

10.6.20.421  
10.16.2003

DIALOG(R)File 347:JAPIO  
(c) 2003 JPO & JAPIO. All rts. reserv.

04085722    \*\*Image available\*\*  
FLYING LIQUID RECORDING DEVICE AND RECORDING METHOD

PUB. NO.:        05-077422 [ J P 5077422 A]  
PUBLISHED:      March 30, 1993 (19930330)  
INVENTOR(s):    SEKIYA TAKURO  
                 YAMAGUCHI TAKAYUKI  
                 SHINGYOUCHI MITSURU  
                 KOBU MAKOTO  
                 UMEZAWA MICHIO  
                 HIROTA TETSUO  
                 HIROSE TAKESADA  
                 OTSUKI HIDEKI  
                 TAKESUE TOSHIHIRO

APPLICANT(s):   RICOH CO LTD [000674] (A Japanese Company or Corporation), JP  
                 (Japan)

APPL. NO.:      04-007087 [JP 927087]  
FILED:          January 20, 1992 (19920120)  
INTL CLASS:     [5] B41J-002/05

JAPIO CLASS:    29.4 (PRECISION INSTRUMENTS -- Business Machines)  
JAPIO KEYWORD: R002 (LASERS); R003 (ELECTRON BEAM); R005 (PIEZOELECTRIC  
                 FERROELECTRIC SUBSTANCES); R105 (INFORMATION PROCESSING --  
                 Ink Jet Printers)

JOURNAL:        Section: M, Section No. 1452, Vol. 17, No. 397, Pg. 85, July  
                 26, 1993 (19930726)

#### ABSTRACT

PURPOSE: To provide a thermal ink-jet method capable of performing gradation recording.

CONSTITUTION: The title device is constituted of an energy operating parts 23 which are arranged within a recording liquid 28 and causes bubbles 36 to be generated within the recording liquid 28, an opening forming member 33 possessing an opening 34 for flying of a part of the recording liquid 28 by being formed into an opening area larger than an operating area of the energy operating part by corresponding to the energy operating parts 23 each. When the energy operating parts 23 are driven, the bubbles 36 are generated within the recording liquid 28 and they are grown up. At this time, since the opening area of the opening 34 positioning in a growing direction of the bubbles 36 is large than the operating area of the energy operating part 23, the bubbles 36 become growable so that they are pushed outside of the opening into a balloonlike state, size of them become variable freely in accordance with input energy to be applied to the energy operating part 23 and the recording to which gradation properties are given becomes possible.



DIALOG(R) File 345:Inpadoc/Fam.& Legal Stat  
(c) 2003 EPO. All rts. reserv.

10938896

Basic Patent (No,Kind,Date): DE 4223707 A1 19930121 <No. of Patents: 005>

Patent Family:

Patent No	Kind	Date	Applic No	Kind	Date	
DE 4223707	A1	19930121	DE 4223707	A	19920718	(BASIC)
DE 4223707	C2	19960425	DE 4223707	A	19920718	
JP 5077422	A2	19930330	JP 927087	A	19920120	
JP 3179834	B2	20010625	JP 927087	A	19920120	
US 5754202	A	19980519	US 756053	A	19961126	

Priority Data (No,Kind,Date):

JP 91179977 A 19910719  
JP 927087 A 19920120  
JP 91179977 A1 19910719  
US 756053 A 19961126  
US 253426 B1 19940602  
US 915325 B1 19920716

PATENT FAMILY:

GERMANY (DE)

Patent (No,Kind,Date): DE 4223707 A1 19930121

TINTENSTRAHL-AUFZEICHNUNGSEINRICHTUNG, VERFAHREN ZUM HERSTELLEN EINES  
AUFZEICHNUNGSKOPFES UND VERFAHREN ZUM AUSSTOSSEN VON TINTENTROEPFCHEN  
VON EINEM AUFZEICHNUNGSKOPF (German)

Patent Assignee: RICOH KK (JP)

Author (Inventor): SEKIYA TAKURO (JP); YAMAGUCHI TAKAYUKI (JP);  
SHINGYOUCHI MITSURU (JP); OBU MAKOTO (JP); UMEZAWA MICHIO (JP);  
HIROTA TETSURO (JP); HIROSE TAKESADA (JP); OHTSUKI HIDEKI (JP);  
TAKESUE TOSHIHIRO (JP)

Priority (No,Kind,Date): JP 91179977 A 19910719; JP 927087 A  
19920120

Applic (No,Kind,Date): DE 4223707 A 19920718

IPC: \* B41J-002/05; B41J-002/135; B41J-002/16; B41J-002/205

Derwent WPI Acc No: ; G 93-028448

Language of Document: German

Patent (No,Kind,Date): DE 4223707 C2 19960425

TINTENSTRAHL-AUFZEICHNUNGSEINRICHTUNG (German)

Patent Assignee: RICOH KK (JP)

Author (Inventor): SEKIYA TAKURO (JP); YAMAGUCHI TAKAYUKI (JP);  
SHINGYOUCHI MITSURU (JP); OBU MAKOTO (JP); UMEZAWA MICHIO (JP);  
HIROTA TETSURO (JP); HIROSE TAKESADA (JP); OHTSUKI HIDEKI (JP);  
TAKESUE TOSHIHIRO (JP)

Priority (No,Kind,Date): JP 927087 A 19920120; JP 91179977 A  
19910719

Applic (No,Kind,Date): DE 4223707 A 19920718

Filing Details: DE C2 D2 Grant of a patent after examination process

IPC: \* B41J-002/05; B41J-002/135; B41J-002/16; B41J-002/205

Derwent WPI Acc No: \* G 93-028448

JAPIO Reference No: \* 170397M000085

Language of Document: German

GERMANY (DE)

Legal Status (No,Type,Date,Code,Text):

DE 4223707 P 19910719 DE AA PRIORITY (PATENT  
APPLICATION) (PRIORITAET (PATENTANMELDUNG))

JP 91179977 A 19910719  
DE 4223707 P 19920120 DE AA PRIORITY (PATENT  
APPLICATION) (PRIORITAET (PATENTANMELDUNG))

			JP 927087 A	19920120	
DE 4223707	P	19920718	DE AE	DOMESTIC APPLICATION (PATENT APPLICATION) (INLANDSANMELDUNG (PATENTANMELDUNG))	
			DE 4223707 A	19920718	
DE 4223707	P	19930121	DE A1	LAYING OPEN FOR PUBLIC INSPECTION (OFFENLEGUNG)	
DE 4223707	P	19930121	DE OP8	REQUEST FOR EXAMINATION AS TO PARAGRAPH 44 PATENT LAW (PRUEFUNGSANTRAG GEM. PAR. 44 PATG. IST GESTELLT)	
DE 4223707	P	19960425	DE D2	GRANT AFTER EXAMINATION (PATENTERTEILUNG NACH DURCHFUEHRUNG DES PRUEFUNGSVERFAHRENS)	
DE 4223707	P	19961017	DE 8364	NO OPPOSITION DURING TERM OF OPPOSITION (EINSPRUCHSFRIST ABGELAUFEN OHNE DASS EINSPRUCH ERHOEBEN WURDE)	
DE 4223707	P	20030515	DE 8339	CEASED/NON-PAYMENT OF THE ANNUAL FEE (WEGEN NICHTZ. D. JAHRESGEB. ERLOSCHEN)	

JAPAN (JP)

Patent (No,Kind,Date): JP 5077422 A2 19930330  
 FLYING LIQUID RECORDING DEVICE AND RECORDING METHOD (English)  
 Patent Assignee: RICOH KK  
 Author (Inventor): SEKIYA TAKURO; YAMAGUCHI TAKAYUKI; SHINGYOUCHI MITSURU; KOBU MAKOTO; UMEZAWA MICHIO; HIROTA TETSUO; HIROSE TAKESADA; OTSUKI HIDEKI; TAKESUE TOSHIHIRO  
 Priority (No,Kind,Date): JP 91179977 A1 19910719  
 Applic (No,Kind,Date): JP 927087 A 19920120  
 IPC: \* B41J-002/05  
 JAPIO Reference No: ; 170397M000085  
 Language of Document: Japanese  
 Patent (No,Kind,Date): JP 3179834 B2 20010625  
 Priority (No,Kind,Date): JP 927087 A 19920120; JP 91179977 A 19910719  
 Applic (No,Kind,Date): JP 927087 A 19920120  
 IPC: \* B41J-002/05  
 Derwent WPI Acc No: \* G 93-028448  
 JAPIO Reference No: \* 170397M000085  
 Language of Document: Japanese

UNITED STATES OF AMERICA (US)

Patent (No,Kind,Date): US 5754202 A 19980519  
 INK JET RECORDING APPARATUS (English)  
 Patent Assignee: RICOH KK (JP)  
 Author (Inventor): SEKIYA TAKURO (JP); YAMAGUCHI TAKAYUKI (JP); SHINGYOUCHI MITSURU (JP); OBU MAKOTO (JP); UMEZAWA MICHIO (JP); HIROTA TETSURO (JP); HIROSE TAKESADA (JP); OHTSUKI HIDEKI (JP); TAKESUE TOSHIHIRO (JP)  
 Priority (No,Kind,Date): US 756053 A 19961126; JP 91179977 A 19910719; JP 927087 A 19920120; US 253426 B1 19940602; US 915325 B1 19920716  
 Applic (No,Kind,Date): US 756053 A 19961126  
 National Class: \* 347063000; 347047000  
 IPC: \* B41J-002/05  
 Derwent WPI Acc No: \* G 93-028448  
 JAPIO Reference No: \* 170397M000085  
 Language of Document: English

UNITED STATES OF AMERICA (US)

Legal Status (No, Type, Date, Code, Text) :

US 5754202	P	19910719	US AA	PRIORITY (PATENT)
			JP 91179977 A	19910719
US 5754202	P	19920120	US AA	PRIORITY (PATENT)
			JP 927087 A	19920120
US 5754202	P	19920716	US AA	PRIORITY
			US 915325 B1	19920716
US 5754202	P	19940602	US AA	PRIORITY
			US 253426 B1	19940602
US 5754202	P	19961126	US AE	APPLICATION DATA (PATENT)
			(APPL. DATA (PATENT))	
			US 756053 A	19961126
US 5754202	P	19980519	US A	PATENT
US 5754202	P	19980728	US CC	CERTIFICATE OF CORRECTION
US 5754202	P	20020716	US FP	EXPIRED DUE TO FAILURE TO
			PAY MAINTENANCE FEE	
			20020519	



File 351:Derwent WPI 1963-2003/UD,UM &UP=200356  
(c) 2003 Thomson Derwent

	Set	Items	Description
	---	-----	-----
? S	PN=JP	5077422	
	S1	0	PN=JP 5077422
? T	S1/9		

1/9/1  
>>>Item 1 is not within valid item range  
? S PN=JP 5193141  
S2 0 PN=JP 5193141





(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平5-77422

(43)公開日 平成5年(1993)3月30日

(51)Int.Cl.<sup>5</sup>

B 4 1 J 2/05

識別記号

庁内整理番号

9012-2C

F I

B 4 1 J 3/04

技術表示箇所

1 0 3 B

審査請求 未請求 請求項の数19(全 26 頁)

(21)出願番号 特願平4-7087

(22)出願日 平成4年(1992)1月20日

(31)優先権主張番号 特願平3-179977

(32)優先日 平3(1991)7月19日

(33)優先権主張国 日本(J P)

(71)出願人 000006747

株式会社リコー

東京都大田区中馬込1丁目3番6号

(72)発明者 関谷 卓朗

東京都大田区中馬込1丁目3番6号 株式

会社リコー内

(72)発明者 山口 隆行

東京都大田区中馬込1丁目3番6号 株式

会社リコー内

(72)発明者 新行内 充

東京都大田区中馬込1丁目3番6号 株式

会社リコー内

(74)代理人 弁理士 柏木 明

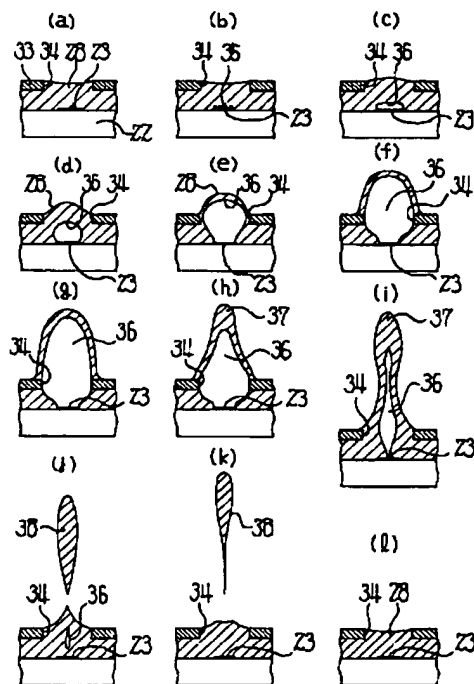
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 液体飛翔記録装置及び記録方法

(57)【要約】

【目的】 階調記録可能なサーマルインクジェット方式を提供すること。

【構成】 記録液体28中に配設されてこの記録液体28中に気泡36を発生させるエネルギー作用部23と、各エネルギー作用部23に対応してこのエネルギー作用部の作用面積より大きな開口面積に形成されて記録液体28の一部を飛翔させるための開口34を有する開口形成部材33とにより構成し、エネルギー作用部23を駆動させると、記録液体28中に気泡が発生し、成長するが、このとき、気泡の成長方向に位置する開口34の開口面積がエネルギー作用部23の作用面積よりも大きいので、気泡36が開口34外部にバルーン状にせり出すように成長し得るものとなり、エネルギー作用部23に加える入力エネルギーに応じて自由にその大きさを可変させ得るものとなり、階調性を持たせた記録が可能となるようにした。



1

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 記録液体導入手段と、この記録液体導入手段により導入された記録液体を保持する液体保持手段と、保持された記録液体中に配設されて前記記録液体中に気泡を発生させるエネルギー作用部と、各エネルギー作用部に対応してこのエネルギー作用部の作用面積より大きな開口面積に形成されて前記記録液体の一部を飛翔させるための開口を有する開口形成部材とよりなることを特徴とする液体飛翔記録装置。

【請求項2】 エネルギー作用部に画像情報に応じた駆動信号を与える信号入力手段を設けたことを特徴とする請求項1記載の液体飛翔記録装置。

【請求項3】 エネルギー作用部の近傍に位置して記録液体面と略平行な方向への圧力の分散を阻止するための圧力分散阻止部材を設けたことを特徴とする請求項1又は2記載の液体飛翔記録装置。

【請求項4】 圧力分散阻止部材を、1つのエネルギー作用部の外周を取り囲むように密閉系として開口形成部材に接しない高さに形成したことを特徴とする請求項3記載の液体飛翔記録装置。

【請求項5】 圧力分散素子部材を、記録液体をエネルギー作用部に導入させる連通領域を有する非密閉系として開口形成部材に接する高さに形成したことを特徴とする請求項3記載の液体飛翔記録装置。

【請求項6】 エネルギー作用部と開口との対による飛翔部を複数個形成して千鳥配列させたことを特徴とする請求項1、2又は3記載の液体飛翔記録装置。

【請求項7】 エネルギー作用部から開口までの距離を、発生した気泡が最大となって開口外側にせり出す時の開口面位置からの気泡高さよりも短く設定したことを特徴とする請求項1、2、3又は6記載の液体飛翔記録装置。

【請求項8】 開口形成部材に開口間の長さを開口寸法の1/10より大きくして複数個の開口を形成したことを特徴とする請求項1、2、3、6又は7記載の液体飛翔記録装置。

【請求項9】 開口形成部材の開口部近傍の厚さを開口面積の平方根より薄くしたことを特徴とする請求項1、2、3、6、7又は8記載の液体飛翔記録装置。

【請求項10】 開口形成部材の被記録体側の面の開口周りにこの開口より広い面積の凹部を形成したことを特徴とする請求項1記載の液体飛翔記録装置。

【請求項11】 凹部の深さを0.3 $\mu$ m以上としたことを特徴とする請求項10記載の液体飛翔記録装置。

【請求項12】 開口形成部材の被記録体側の表面に開口周りの部分を残して非親水処理又は非親油処理した領域を設けたことを特徴とする請求項1又は10記載の液体飛翔記録装置。

【請求項13】 開口形成部材の被記録体側の面の開口周りにこの開口より広い面積の凹部領域を形成する凸部

2

を形成したことを特徴とする請求項1又は10記載の液体飛翔記録装置。

【請求項14】 凸部の高さを0.3 $\mu$ m以上としたことを特徴とする請求項13記載の液体飛翔記録装置。

【請求項15】 記録液体中に配設させたエネルギー作用部を駆動させて記録液体中に気泡を発生させ、このエネルギー作用部の作用面積より大きく形成された開口を通して前記気泡とともに記録液体の一部を成長させ、エネルギー作用部の作用平面にはば垂直な方向に記録液体を飛翔させて被記録体に付着させるようにしたことを特徴とする液体飛翔記録方法。

【請求項16】 開口外部に気泡をせり出させて記録液体を飛翔させるようにしたことを特徴とする請求項15記載の液体飛翔記録方法。

【請求項17】 エネルギー作用部に画像情報に応じた駆動信号を与える信号入力手段を設け、この駆動信号のエネルギーレベルを可変させて発生する気泡の大きさを变化させるようにしたことを特徴とする請求項15記載の液体飛翔記録方法。

【請求項18】 エネルギー作用部に画像情報に応じた駆動信号を与える信号入力手段を設け、この駆動信号のエネルギーレベル又は駆動信号数を可変させて発生する気泡の大きさを变化させて、開口外部に対する気泡のせり出し量を変化させるようにしたことを特徴とする請求項16記載の液体飛翔記録方法。

【請求項19】 エネルギー作用部と開口との対による飛翔部を複数個形成して2列以上に千鳥配列させ、2列以上のエネルギー作用部の駆動により飛翔する記録液体により被記録体上の最終画素密度を規制するようにしたことを特徴とする請求項15、16、17又は18記載の液体飛翔記録方法。

## 【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、ノンインパクト記録装置の一つであるインク飛翔記録装置及び記録方法に関する。

【0002】

【従来の技術】ノンインパクト記録法は、記録時の騒音発生が無視できる程度に小さい点で、オフィス用等として注目されている。その内、高速記録可能で、いわゆる普通紙に特別の定着処理を要せずに記録できる、いわゆるインクジェット記録法は極めて有力な方法であり、従来から種々の方式が提案され、又は既に製品化されて実用されている。

【0003】このようなインクジェット記録法は、いわゆるインクと称される記録液体の小滴を飛翔させ、被記録体に付着させて記録を行うもので、記録液体の小滴の発生法及び小滴の飛翔方向を制御するための制御方法により、幾つかの方式に大別される。

【0004】第1の方式は、例えば米国特許第3060

3

429号明細書に開示されているものである。これは、Tele type方式と称され、記録液体の小滴の発生を静電吸引的に行い、発生した小滴を記録信号に応じて電界制御し、被記録体上にこの小滴を選択的に付着させて記録を行うものである。

【0005】より詳細には、ノズルと加速電極間に電界をかけて、一様に帯電した記録液体の小滴をノズルより吐出させ、吐出した小滴を記録信号に応じて電気制御可能のように構成されたxy偏向電極間を飛翔させ、電界の強度変化によって選択的に小滴を被記録体上に付着させるものである。

【0006】第2の方式は、例えば米国特許第3596275号明細書、米国特許第3298030号明細書等に開示されているものである。これは、Sweet方式と称され、連続振動発生法により帯電量の制御された記録液体の小滴を発生させ、この帯電量の制御された小滴を、一様電界がかけられている偏向電極間を飛翔させて、被記録体上に記録を行わせるものである。

【0007】具体的には、ピエゾ振動素子の付設されている記録ヘッドを構成する一部であるノズルのオリフィス（吐出口）の前に記録信号が印加されるようにした帯電電極を所定距離離間させて配置し、前記ピエゾ振動素子に一定周波数の電気信号を印加することでピエゾ振動素子を機械的に振動させ、オリフィスより記録液体の小滴を吐出させる。この時、吐出する小滴には帯電電極により電荷が静電誘導され、小滴は記録信号に応じた電荷量で帯電される。帯電量の制御された小滴は、一定電界が一様にかけられている偏向電極間を飛翔する時に、付加された帯電量に応じて偏向を受け、記録信号を担う小滴のみが被記録体上に付着することになる。

【0008】第3の方式は、例えば米国特許第3416153号明細書に開示されているものである。これは、Heritz方式と称され、ノズルとリング状の帯電電極間に電界をかけ、連続振動発生法によって、記録液体の小滴を発生霧化させて記録させる方式である。即ち、ノズルと帯電電極間にかかる電界強度を記録信号に応じて変調することにより小滴の霧化状態を制御し、記録画像の階調性を出して記録させるものである。

【0009】第4の方式は、例えば米国特許第3747120号明細書に開示されているものである。これは、Stemme方式と称され、第1～3の方式とは根本的に原理が異なるものである。即ち、第1～3の方式が、何れもノズルより吐出された記録液体の小滴を、飛翔している途中で電氣的に制御し、記録信号を担った小滴を選択的に被記録体上に付着させて記録を行わせるのに対し、このStemme方式では、記録信号に応じて吐出口より記録液体の小滴を吐出飛翔させて記録するものである。

【0010】つまり、Stemme方式は、記録液体を吐出する吐出口を有する記録ヘッドに付設されているピエゾ振動素子に、電氣的な記録信号を印加してピエゾ振動素

4

子の機械的振動に変え、この機械的振動に従い吐出口より記録液体の小滴を吐出飛翔させて被記録体上に付着させるものである。

【0011】これらの4方式は、各々に特長を有するが、同時に、解決すべき課題点もある。まず、第1～第3の方式は、記録液体の小滴を発生させるための直接的エネルギーが電氣的エネルギーであり、かつ、小滴の偏向制御も電界制御による。よって、第1の方式は、構成上はシンプルであるが、小滴の発生に高電圧を要し、かつ、記録ヘッドのマルチノズル化が困難で高速記録には不向きである。第2の方式は、記録ヘッドのマルチノズル化が可能で高速記録に向くが、構成上複雑であり、かつ、記録液体の小滴の電氣的制御が高度で困難であり、被記録体上にサテライトドットが生じやすい。第3の方式は、記録液体の小滴を霧化することにより階調性に優れた記録が可能ではあるが、他方、霧化状態の制御が困難である。また、記録画像にカブリが生ずるとか、記録ヘッドのマルチノズル化が困難で高速記録には不向きであるといった欠点がある。

【0012】一方、第4の方式は、比較的多くの利点を持つ。まず、構成がシンプルである。また、オンデマンドで記録液体をノズルの吐出口より吐出させて記録を行うために、第1～第3の方式のように吐出飛翔する小滴の内、画像記録に要しなかった小滴を回収する必要がない。また、第1、2の方式のように、導電性の記録液体を使用する必要はなく、記録液体の物質上の自由度が大きいといった利点を持つ。しかし、反面、記録ヘッドの加工上に問題がある、所望の共振周波数を有するピエゾ振動素子の小型化が極めて困難である等の理由から、記録ヘッドのマルチノズル化が難しい。また、ピエゾ振動素子の機械的振動という機械的エネルギーによって記録液体の小滴の吐出飛翔を行わせるので、上記のマルチノズル化の困難さと相俟って、高速記録には不向きなものとなっている。

【0013】このように、従来法には、構成上、高速記録上、記録ヘッドのマルチノズル化上、サテライトドットの発生及び記録画像のカブリ発生等の点において、一長一短があり、その長所が発揮される用途にしか適用し得ないという制約を受けるものである。

【0014】しかし、このような不都合も本出願人により提案された特公昭56-9429号公報に開示のインクジェット記録方式によればほぼ解消し得る。これは、液室内のインクを加熱して気泡を発生させて、インクに圧力上昇を生じさせ、微細な毛細管ノズルからインクを飛び出させて記録させるものである。

【0015】同様な記録方式として、特公昭61-59914号公報に開示されたものもある。これは、液体を所定の方向に吐出させるための吐出口に連通する液路中の液体の一部を熱して膜沸騰を生起させることにより、吐出口より吐出される液体の飛翔的液滴を形成し、この

5

液滴を被記録体に付着させて記録させるものである。具体的には、同公報中の第1図及び第2図に示されるように、ノズル状の液路部分に設けられた熱作用部分において、記録液体が急激な状態変化を受けることにより、その状態変化に基づく作用力により、記録液体が吐出口より吐出飛翔するようにしたものである。

【0016】この方式の原理を図25を参照して説明する。まず、同図(a)は定常状態を示し、オリフィス面でインク1の表面張力と外圧とが平衡状態にある。同図(b)はヒータ2に加熱され、このヒータ2の表面温度が急上昇し、隣接インク層に沸騰現象が起きるまで加熱され、微小気泡3が点在している状態にある。同図(c)はヒータ2の全面で急激に加熱された隣接インク層が瞬時に気化し、沸騰膜を作り、この気泡3が成長した状態にある。この時、ノズル4内の圧力は気泡3の成長した分だけ上昇し、オリフィス面での外圧とのバランスがくずれ、オリフィス面よりインク柱5が成長し始める。同図(d)は気泡3が最大に成長した状態であり、オリフィス面より気泡3の体積に相当する分のインク1が押出される。この時、ヒータ2には電流が流れていない状態にあり、ヒータ2の表面温度は低下しつつある。気泡3の体積の最大値は電気パルス印加のタイミングからやや遅れたものとなる。同図(e)は気泡3がインク1などにより冷却されて収縮を開始し始めた様子を示す。インク柱5の先端部では押出された速度を保ちつつ前進し、後端部では気泡3の収縮に伴ってノズル内圧の減少によりオリフィス面からノズル内へインク1が逆流しインク柱5にくびれが生じている。同図(f)はさらに気泡3が収縮し、ヒータ2面にインク1が接し、ヒータ2面がさらに急激に冷却される状態にある。オリフィス面では、外圧がノズル内圧より高い状態になるためメニスカスが大きくノズル内に入り込んできている。インク柱5の先端部は液滴となって記録紙の方向に5~10m/秒の速度で飛翔している。同図(g)ではオリフィスにインク1が毛細管現象により再びリフィルされて、同図(a)の状態に戻る過程を示し、気泡は完全に消滅している。

【0017】図26はこのような動作を示すバブルジェット型インクジェット記録ヘッド6の一部を切欠いて示す斜視図であり、一般にエッジ・シュータ(Edge Shooter)と称される。

【0018】このようなエッジ・シュータに対し、図27はサイド・シュータ(Side Shooter)と称される記録ヘッド7の一部を切欠いて示す斜視図であり、図28はその動作原理を図25に準じて示すものである。

【0019】この方式の特徴は、図25(b)~(d)又は図28(b)~(c)の過程で、膜沸騰現象を利用している点にある。よって、記録手段として応用し得るためには、如何に規則的に膜気泡の発生、消滅をコントロールできるかにかかっている。一般に、膜沸騰現象は、①高温に加熱された物体を液体中に漬けたとき、②液体と接

6

する物体の表面温度を急激に上げたとき、に生じる。ヒータ2上で膜沸騰現象を再現させるためには②の方法を用いることになる。

【0020】ここに、図29にヒータ2に印加するパルス幅と気泡3の発生する様子を示す。10μ秒以下程度の極く短いパルスを与えると、ヒータ2が急激に加熱されて予め存在する発泡核が活性化する前に、インクが加熱限界に到達し、図29(a)に示すようなきれいな膜気泡3aが得られる。この気泡は、計算では15kg/cm<sup>3</sup>程度の内圧を持って断熱膨張し、インクをノズル外に押し出す。気泡が最大になる時点では加熱を停止しており、熱を奪われた蒸気泡は自然と消滅する。加熱を徐々に行うと、ヒータ2面に存在する発泡核から、通常の沸騰が始まり、図29(b)中に示すような不特定な気泡3bや固定泡3cが発生し、繰返し特性、泡の大きさや消滅のコントロールが効かないものとなる。このような膜沸騰をヒータ表面で実現することにより、バブルの大きさが均一で安定したものとなり(常に同じ大きさのバブルが同じタイミングで出現する)、かつ、インクへの熱損失が少ないもの(インクがあまり加熱されないので冷却手段を必要としない)ものとなる。また、バブルが最大体積に達した時、既にバブル周辺のインクは冷たくなっているので、気泡は急激に収縮し、周波数応答性がよく、高速でバブルの発生・消滅を繰返し得るものとなる。このようにオン・デマンド型インクジェットの吐出原動力として理想的な手段となり得る。また、この方式によれば、バブルの大きさが吐出特性を左右する要因であり、原理から明らかなようにバブルの大きさが電圧によらないことがこのような特性を持たせているものである。バブルの大きさはヒータ2のサイズ、ノズル構造で決まる。従って、一度設計値を決定すると、安定したドットを得ることが可能になり、デジタル型の記録手段として最適なものとなる。

【0021】ところが、このような方法によっても、そのノズル吐出口は、上記特公昭61-59914号公報中の説明によれば、内径100μm、肉厚10μmの円筒状ガラスファイバーを熱溶融させることにより、60μm径の吐出口として形成される。また、吐出口を液路とは別に形成した後、例えばガラスプレートに電子ビーム加工やレーザ加工等によって穴を形成し、液路と合体させる方式も記載されている。何れにしても、このような微細な吐出口を工業的に安定して高精度に形成することは非常に困難である。

【0022】また、同公報によれば、別の吐出口を有する記録ヘッドが同公報中の第3図、第4図及び第5図に開示されており、その吐出口の形成方法として、ガラス板に微細カッティング機により幅60μm、深さ60μm、ピッチ250μmの溝を形成した溝板を、電気・熱変換体部の設けられた基板に接着することが記載されている。しかし、この場合も形成すべき吐出口は非常に微

細であり、微細カッティング機で溝を形成する際に、欠けやクラックが入ることが多々あり、歩留まりの低いものである。また、形成された吐出口も、その欠け等により、その端部を高精度にできないものでもある。

【0023】ところで、同公報中の第3図、第4図及び第5図に示される記録ヘッドの、より具体的な製造方法は、特開昭55-128471号公報、特公昭59-43314号公報に開示されている。特開昭55-128471号公報のものは、細孔からなる記録液流路を有し、この細孔に通じている吐出口から記録液流路中にある記録液を小滴にして吐出飛翔させ、被記録体面上に付着させて記録する記録ヘッドであり、吐出口を所定数並設させるとともに、これと同数の細孔を吐出口の配列密度とほぼ同密度で並列に配設させたものである。また、特公昭59-43314号公報のものは、記録液流路となる細孔と、この細孔に通じている所定口径 $d$ の開口と、細孔に沿って設けられた発熱部とを具備した液滴噴射記録装置において、発熱部がその開口寄りの縁が開口位置から $d$ ないし $50d$ なる寸法の範囲内に位置するように配設させたものである。さらには、発熱部が細孔の長手方向に長尺な面状発熱体よりなることも記載されている。

【0024】ここに、これらの特開昭55-128471号公報、特公昭59-43314号公報に記載された記録ヘッドの製造方法は、要約すると、感光性ガラスを用いた細溝を有する部品と、発熱抵抗体パターンを形成した部品とを、接着することにより吐出オリフィスを形成するものである。即ち、前述した特公昭61-59914号公報記載のものとは、感光性ガラスのエッチングにより細溝を形成する点で異なるが、何れも数 $10\mu\text{m}$ という非常に微細な吐出口又はオリフィスを使用する点において共通する。つまり、微細なオリフィスは、通常 $30\sim 50\mu\text{m}$ 程度の大きさ（形状的には、必ずしも丸に限らず、角形もある）であるため、インク中に含まれる不純物、又は、インク供給系、供給路などから発生するごみ（ヘッド～インク供給系製造時に混入したり、摺動部などから微小片が脱落することによるごみもある）などにより、オリフィスの孔が詰まってしまう危険性を常に持つ。

【0025】ところで、特開昭62-253456号公報、特開昭63-182152号公報、特開昭63-197653号公報、特開昭63-272557号公報、特開昭63-272558号公報、特開昭63-281853号公報、特開昭63-281854号公報、特開昭64-67351号公報、特開平1-97654号公報等に記載された記録ヘッドもある。これらの公報記載のものは個々に検討すると各々個別の特長を有するが、基本的な構成としては、従来のオリフィスを有するオリフィス板に代えて、スリット状の開口が形成されたスリットノズル板を用いた点で共通する。しかし、これらの

場合もスリット幅は例えば特開昭62-253456号公報中に記載されているように数 $10\mu\text{m}$ 程度と微小であり、従来よりあるインクジェットのアオリフィス（ノズル）径と実質的に差がなく、スリット状になったことにより、目詰まりに対して若干有利になった程度であり、インクジェットの致命的欠点である目詰まりの問題は解消されないものである。

【0026】また、このようなスリットノズル型においては、1つの発熱体に対して1つのノズルが対応するわけではなく、複数の発熱体に対して1つの共通スリットノズルが対応しているため、隣接する発熱体を同時に駆動すると、互いに干渉し合っ（クロストーク）、飛翔方向が乱れたり、飛翔インク量、速度にばらつきを生じたりする。

【0027】一方、オリフィスやスリットノズルを持たず、目詰まりの問題を解消したものとして、特開昭51-132036号公報や特開平1-101157号公報に示されるものがある。しかし、その吐出原理を検討すると、必ずしも満足し得る画質が得られる吐出原理とはいいい難いものである。即ち、特開昭51-132036号公報の吐出原理は、前述した特開昭61-189950号公報中に記載のものと同様であり、気泡の破裂による画質低下の欠点を持つ。特開平1-101157号公報における吐出原理は、微小発熱体に通電して記録液を瞬時に煮沸させてミスト状にして飛翔させ記録を行うというものであり、記録液をミスト状にするため鮮明な記録は困難であり、カブリ、地肌汚れを伴い、必ずしも良好なる画像が得られないものである。

【0028】ところで、前述した特公昭61-59914号公報に示される方式は、いわゆる2値記録技術であるため、インクの飛翔量を変えて画素径の大きさを変える、といった階調記録（多値記録）ができないため、このような階調記録を可能としたものも種々考えられている。

【0029】その内の一つとして、例えば特公昭59-31943号公報に示されるものがある。これは、発熱量調整構造を有する発熱部を備えた電気熱変換体に階調情報を有する信号を印加し、発熱部に信号に応じた熱量を発生させることにより階調記録を行わせるようにしたものである。具体的には、下記に説明するように、保護層、蓄熱層、或いは発熱体層の厚さが徐々に変化するような構造としたり、発熱体層のパターン幅を徐々に変化するようなパターンとしてなる。

【0030】まず、図30に上記特公昭59-31943号公報中に示された電気熱変換体7の断面構造例を示す。図中、8は基板、9は蓄熱層、10は発熱体、11、12は電極、13は保護膜である。同図(a)は保護膜13を電極11側より電極12に向かって厚み勾配を持たせて形成することにより、発熱部 $\Delta L$ の表面よりこの表面に接している液体に単位時間当たり作用する発

熱量に勾配を持たせるようにしたものである。同図(b)は蓄熱層9の厚みを発熱部ΔLにおいてAからBに向かって徐々に減少させることで、発熱体10より発生される熱の基板8への放熱量に分布を与え、発熱部ΔLの表面に接している液体に与える単位時間当たりの熱量に勾配を持たせるようにしたものである。同図(c)は発熱体10の厚みに発熱部ΔLにおいて勾配を持たせて蓄熱層9上に形成するようにしたもので、AからBに至るまでの各部位における抵抗の変化によって、単位時間当たりの発熱量を制御するようにしたものである。

【0031】また、図31は上記特公昭59-31943号公報中に示された別の電気熱変換体14の平面構造例を示す。図中、15は発熱部、16、17は電極である。同図(a)は発熱部15の平面形状を矩形とし、電極16と発熱部15との接続部を電極17と発熱部15との接続部よりも小さくしたものである。同図(b)(c)に示す例は、各々発熱部15の中央部をその両端部よりも細い平面形状としたものである。同図(d)は発熱部15の平面形状を台形となし、台形の平行でない対向する辺において各々電極16、17を接続するようにしたものである。同図(e)に示す例は、発熱部15の平面形状を中央部が両端部よりも広くなるようにしたものである。これらの図31(a)~(e)に示す例は、発熱部15のAからBに向かって電流密度に負の勾配を与えるものであり、印加される電力レベルを変えることにより、熱作用部に生ずる急峻な液体の状態変化を制御することで、吐出される液滴の大きさを変え、階調記録が行えるようにしたものである。

【0032】しかし、図30に示した例のような3次元構造を薄膜形成技術で形成することは事実上不可能に近く、また、仮に可能としても非常にコスト高となる。また、図31に示した例のようにパターン幅を変える構成のものでは、パターン幅を最も狭くした箇所断線を生じやすく、耐久性・信頼性の点で好ましくない。

【0033】一方、特開昭63-42872号公報にも類似の階調記録技術が開示されている。しかし、これも、上記の特公昭59-31943号公報の場合と同様に発熱体層に3次元構造を持たせることを特徴としており、製造が極めて困難である。その他の階調記録に関するものとしては、特公昭62-46358号公報、特公昭62-46359号公報、特公昭62-48585号公報等に示されるものがある。これらは、各々1つの流路に配列した複数の発熱体より、所定数の発熱体を選択したり、或いは、発熱量の異なる複数の発熱体から1つを選択して、発生する気泡の大きさを変えたり、複数の発熱体への駆動信号の入力タイミングのズレを変化制御して吐出量を変えるようにしたものである。

【0034】しかし、複数の発熱体が1つの流路又は吐出口に対応しているため、複数の発熱体に接続される制御電極の数が増大し、吐出口を高密度で配列させる

のが不可能となる。また、特開昭59-124863号公報、特開昭59-124864号公報では、吐出のための発熱体とは別の発熱体及び気泡発生部を備えて、吐出量を制御することも示されているが、これらも気泡発生部の存在により高密度配列が困難となる。さらに、特開昭63-42869号公報によれば、抵抗体に通電する時間を変えることにより気泡の発生回数を変更し、吐出量を制御することが示されているが、通常のパルスジェットにおいては通電時間は数〜数十μ秒が限界であり、それ以上の時間通電させると発熱体が断線してしまい、耐久性、信頼性の点で事実上実現不可能である。

【0035】このように、従来技術においては、階調記録を行うための各種の試みがなされているものの、製造上の点、耐久性の点、或いは、高密度配列の点で必ずしも満足のいくものではない。

【0036】

【発明が解決しようとする課題】このように、従来の種々のサーマルインクジェット（いわゆるバブルジェット）においても、それ以前のインクジェット技術に対しては構成上のシンプル化、高密度化、マルチノズル化の容易性等の点で優位性を発揮し得るものの、インクジェット方式の致命的欠点である目詰りの点、隣接する発熱体を同時に駆動した時のクロストーク発生点、或いは画素径可変（階調記録）の点などを考えると、必ずしも満足できるものではない。

【0037】しかして、本発明は、このような欠点を持たない、従来と全く異なる新規なサーマルインクジェット方式のヘッド構成及びその記録方法を提供することを目的とする。同時に、従来のサーマルインクジェット方式とは全く異なる方法により記録液体を飛翔させることにより、その画素径可変を可能とし、階調記録化を容易とすることを目的とする。

【0038】

【課題を解決するための手段】請求項1記載の発明では、記録液体導入手段と、この記録液体導入手段により導入された記録液体を保持する液体保持手段と、保持された記録液体中に配設されて前記記録液体中に気泡を発生させるエネルギー作用部と、各エネルギー作用部に対応してこのエネルギー作用部の作用面積より大きな開口面積に形成されて前記記録液体の一部を飛翔させるための開口を有する開口形成部材とにより構成した。

【0039】加えて、請求項2記載の発明では、エネルギー作用部に画像情報に応じた駆動信号を与える信号入力手段を設けた。

【0040】また、請求項3記載の発明では、エネルギー作用部の近傍に位置して記録液体面と略平行な方向への圧力の分散を阻止するための圧力分散阻止部材を設けた。

【0041】この際、圧力分散阻止部材を、請求項4記載の発明では、1つのエネルギー作用部の外周を取り囲

むように密閉系として開口形成部材に接しない高さに形成し、請求項5記載の発明では、圧力分散素子部材を、記録液体をエネルギー作用部に導入させる連通領域を有する非密閉系として開口形成部材に接する高さに形成した。

【0042】また、請求項6記載の発明では、エネルギー作用部と開口との対による飛翔部を複数個形成して千鳥配列させた。

【0043】請求項7記載の発明では、エネルギー作用部から開口までの距離を、発生した気泡が最大となって開口外側にせり出す時の開口面位置からの気泡高さよりも短く設定した。

【0044】また、請求項8記載の発明では、開口形成部材に開口間の長さを開口寸法の $1/10$ より大きくして複数個の開口を形成した。

【0045】また、請求項9記載の発明では、開口形成部材の開口部近傍の厚さを開口面積の平方根より薄くした。

【0046】一方、請求項10記載の発明では、開口形成部材の被記録体側の面の開口周りにこの開口より広い面積の凹部を形成し、この際、請求項11記載の発明では、凹部の深さを $0.3\mu\text{m}$ 以上とした。

【0047】請求項12記載の発明では、開口形成部材の被記録体側の表面に開口周りの部分を残して非親水処理又は非親油処理した領域を設けた。

【0048】また、請求項13記載の発明では、開口形成部材の被記録体側の面の開口周りにこの開口より広い面積の凹部領域を形成する凸部を形成し、請求項14記載の発明では、凸部の高さを $0.3\mu\text{m}$ 以上とした。

【0049】一方、このような記録装置を用いる記録方法として、請求項15記載の発明では、記録液体中に配設させたエネルギー作用部を駆動させて記録液体中に気泡を発生させ、このエネルギー作用部の作用面積より大きく形成された開口を通して前記気泡とともに記録液体の一部を成長させ、エネルギー作用部の作用平面にほぼ垂直な方向に記録液体を飛翔させて被記録体に付着させるようにした。

【0050】この際、請求項16記載の発明では、開口外部に気泡をせり出させて記録液体を飛翔させるようにした。

【0051】また、請求項17記載の発明では、エネルギー作用部に画像情報に応じた駆動信号を与える信号入力手段を設け、この駆動信号のエネルギーレベルを変化させて発生する気泡の大きさを変化させるようにした。

【0052】請求項18記載の発明では、エネルギー作用部に画像情報に応じた駆動信号を与える信号入力手段を設け、この駆動信号のエネルギーレベル又は駆動信号数を可変させて発生する気泡の大きさを変化させて、開口外部に対する気泡のせり出し量を変化させるようにした。

【0053】さらに、請求項19記載の発明では、エネルギー作用部と開口との対による飛翔部を複数個形成して2列以上に千鳥配列させ、2列以上のエネルギー作用部の駆動により飛翔する記録液体により被記録体上の最終画面密度を規制するようにした。

【0054】

【作用】エネルギー作用部を駆動させると、記録液体中に気泡が発生し、成長する。このとき、気泡の成長方向に位置する開口の開口面積がエネルギー作用部の作用面積よりも大きいので、気泡は開口外部にバルーン状にせり出すように成長し得るものとなり、エネルギー作用部に加える入力エネルギーに応じて自由にその大きさを可変させ得るものとなる。よって、この気泡に伴い生成されるインク滴、従って最終的に飛翔するインク滴の質量もアナログ的に可変させ得るものとなり、階調性を持たせた記録が可能となる。また、大きめの開口によるため、目詰りの問題も殆どなくなり、かつ、製造上も各種の方法を任意に取り得るものとなる。

【0055】請求項1、15に示すような上記の液体飛翔記録装置ないしは方法を基本として、請求項2ないし14、16ないし19記載の発明のように、信号入力手段、飛翔特性、配列構成、寸法関係、開口周り構造、エネルギー可変方法等を適正化することにより、より一層安定した記録液体飛翔特性、階調記録の向上、高速印写性等が得られるものとなる。

【0056】

【実施例】本発明の第一の実施例を図1ないし図11に基づいて説明する。図2は本実施例による液体飛翔記録ヘッド21構成を示す分解斜視図、図3はその完成図である。まず、発熱体基板22上にはエネルギー作用部となる複数個の発熱体23が1列に設けられ、個別の制御電極24と共通な共通電極25とが電気的に接続されて設けられている。これらの電極24、25の端部は発熱体基板22の同一サイドに引出され、各々ボンディングパッド26、27とされている。また、発熱体23の並び方向に位置させて前記発熱体基板22には記録液体となるインク28用のインク導入口（記録液体導入手段）29が貫通形成され、フィルタ30を通してインク導入チューブ31に連結されている。また、発熱体基板22上にはこれらの発熱体23、インク導入口29をカバーし得る大きさに形成されて液室を形成する液体保持手段となる矩形枠状のスペーサ32が設けられている。さらに、このスペーサ32上面を覆う長方形の開口形成部材33が設けられている。この開口形成部材33には各発熱体23に対応させた位置に開口34が形成されたものである。ここに、詳細は後述するが、開口34の開口面積は発熱体23の作用面積（平面サイズ）よりも大きくされている。

【0057】なお、これらの図2及び図3、さらには、後述する各図では、説明を簡単にするため、必要に応じ

て簡略化して構造等を図示するものであり、いくつかの省略点、誇張点を持つものである。例えば、発熱体基板22には発熱体23や電極24、25の他に蓄熱層、保護膜等が設けられているが、ここでは図示を省略し、後述するものとした。また、発熱体23と開口34との対は図示例では3個だけとしたが、実際には多数設けられるものであり、例えばローエンドシリアルプリンタの例で64~256組設けられ、ハイエンドマルチプリンタの例では2000~4000個設けられる。また、発熱体23等の数が多くなるに伴い、インク導入口29の数も増やされ、或いは、開口面積が大きくなる。このようなインク導入口29は例えばシリコン等による発熱体基板22の場合であれば、レーザビーム加工或いはエッチングにより容易に形成できる。また、図示例の各部の寸法比率は判りやすさを優先させてあり、必ずしも現実に即したものではない。

【0058】このような液体飛翔記録ヘッド21構成において、その飛翔原理を概略的な図1を参照して説明する。まず、同図(a)は定常状態を示し、インク導入チューブ31より導入されたインク28が発熱体23を覆い、その上方の対応する開口34においてこの開口34のメニスカス保持力により液面が保持されている状態にある。この状態で発熱体23に通電し加熱すると、発熱体23の表面温度が急上昇し、その表面に接したインク層に沸騰現象が起きるまで熱せられ、同図(b)に示すように微小気泡35が点在した状態となる。発熱体23の全面で急激に加熱された隣接インク層が瞬時に気化し、同図(c)に示すように沸騰膜36を作る。このような状態においては発熱体23の表面温度は300~400℃の状態になっている。同図(d)は沸騰膜36がさらに成長して大きくなった状態を示す。同時に、沸騰膜(気泡)36の成長による推進力により、発熱体23の上部にあったインク液面は盛り上がった状態となる。同図(e)では気泡36がさらに大きく成長して盛り上がり、開口34上部にまでせり出した状態を示す。同図(f)~同図(g)はさらに成長する状態を示し、同図(g)が最大気泡36にまで成長した様子を示す。このような最大気泡になるまでに要する時間は、ヘッド構造(発熱体基板22構造)、印加パルス条件等にもよるが、通常は、パルス印加後、5~30μ秒程度要するものとなる。最大気泡となった時点では、発熱体23は既に通電されていない状態にあり、発熱体23の表面温度はインク28により降下しつつある。また、開口34よりせり出したバルーン状の気泡36は外殻(シェル)の外側からも冷却される。気泡36が最大となる時のタイミングは電気パルス印加時点から若干遅れたタイミングとなる。

【0059】同図(h)は気泡36が冷却され、収縮を開始した状態を示す。この時、気泡36の先端部にはインク柱37が成長し、気泡36が開口34よりせり出てきた時の速度を保ちつつ前進する。同図(i)は気泡36

がさらに収縮した状態を示し、インク柱37はさらに前進し、その根元部分は気泡36の収縮に伴ってくびれた状態となる。同図(j)は気泡36がほぼ完全に収縮、消滅した状態を示し、インク柱37はインク液面から切断され、成長時の速度を保ちつつインク滴38として空中に飛翔し、被記録媒体(図示せず)に向かう。この時のインク滴38の飛翔速度は、開口34の大きさ、発熱体23から開口34までの距離、発熱体23に対する印加パルス条件、使用するインク28の物性等により異なるが、通常は、3~20m/秒である。飛翔速度が比較的に遅い場合(3~5m/秒)にはインクは滴状となって飛翔し、速度が上がるにつれて(6~10m/秒)細長い形状となり、さらに高速になると(15~20m/秒)細長い柱状のインクに微小な数滴の高速インク滴を伴う状態で飛翔する。実際に記録ヘッドとして使用する場合には、5m/秒以上の飛翔速度とするのがよい。同図(k)はインク滴38がさらに飛翔して前進した様子を示す。この時、インク柱37が切断された開口34側のインク液面はまだ振動状態にある。同図(l)はメニスカスの振動が収まり、同図(a)と同じ定常状態に戻った様子を示す。

【0060】このような本実施例の飛翔原理を、前述した従来の飛翔原理と対比してみる。まず、図25ないし図29により説明したような従来方式の場合、インク1中で発生した気泡3の成長による圧力上昇によってインク1を微小なノズルから吐出させるというものである。この時に使用されるノズルは前述したように数10μmというような非常に小さいものである。また、気泡3により発生したインク1の圧力がそこへ集中することはあっても、ノズルから外側に気泡がせり出すということはない。このため、気泡3の成長がある範囲で抑えられてしまい、入力エネルギーを増大させても、微小ノズルであるという制約を受けること、気泡膜がインクへの伝熱を妨げることを考慮すると、ある範囲、つまりノズル内部だけで気泡の発生、成長、収縮が行われるものとなる。また、ノズル内部だけに気泡が留まっているため、成長した後、直ぐに周囲のインク1によって気泡3は冷却され、収縮を行うため、その挙動はあくまでも気泡ができる・できない、といった2値的な傾向の強い現象として観察される。

【0061】これに対し、本実施例方式では、従来の微小なノズルと違い、非常に大きな開口34を発熱体23の上部に対向配置させたので、発生した気泡36は外部の制約をあまり受けずに、開口34外部に及ぶようにせり出す形で成長するものとなる。よって、従来のような方式に比べ、気泡36の成長(つまり、開口34外部までせり出すこと)を妨げるような微小なノズルがないので、気泡36は入力エネルギーの大小により自由にその大きさを変えることができるものとなる。これに伴い、気泡36の頂部に形成されるインク柱37の大きさ、つ



まり、最終的に飛翔するインク滴38の質量も変わるものとなり、単に2値的にインク滴の質量が変わるのではなく、連続的に（アナログ的に）インク滴38の質量を可変し得るものとなる。また、最終的なインク飛翔部に位置する開口34が比較的大きめなものであるので、従来の微小ノズル方式のような目詰りの問題も殆ど生じないものとなる。

【0062】以下、上記動作原理をよりよいものとするための各部の構成・製造方法等を個別に説明する。まず、発熱体基板22の構造及びその製造方法を図4を参照して説明する。本実施例において、発熱体基板22は重要なパーツの一つである。この発熱体基板22自体は例えばガラス、アルミナ（ $Al_2O_3$ ）、シリコン等の材質によるものが用いられる。この基板22上に形成される蓄熱層41は例えば $SiO_2$ 層よりなり、ガラス又はアルミナ基板の場合であればスパッタリング法等の薄膜形成法により形成され、シリコン基板の場合には熱酸化法によって形成される。蓄熱層41の膜厚としては1～5 $\mu m$ 程度がよい。発熱体23を構成する材料としては、例えばタンタル- $SiO_2$ の混合物、窒化タンタル、ニクロム、銀-パラジウム合金、シリコン半導体、或いは、ハフニウム、ランタン、ジルコニウム、チタン、タンタル、タングステン、モリブデン、ニオブ、クロム、バナジウム等の金属の硼化物が使用可能である。これらの内、金属の硼化物が特に好ましく、その中でも、硼化ハフニウムが最も特性的に好ましく、次いで、硼化ジルコニウム、硼化ランタン、硼化タンタル、硼化バナジウム、硼化ニオブの順に好ましいものとなる。発熱体23はこのような材料を用い、電子ビーム法、蒸着法、スパッタリング法等により形成される。膜厚は単位時間当たりの発熱量が所望値となるように、その面積、材質、熱作用部分の形状及び大きさ、実際面での消費電力等に応じて適宜設定されるが、通常は0.001～5 $\mu m$ 程度、好ましくは0.01～1 $\mu m$ 程度の膜厚とされる。

【0063】制御電極24や共通電極25の材料としては、通常の電極材料と同じでよく、例えば、Al、Ag、Au、Pt、Cu等が用いられる。これらは蒸着法等により、所定位置に所定の大きさ、形状、膜厚で形成される。保護層42は発熱体23で発生した熱を効果的にインク19側に伝達させることを妨げずに発熱体23を保護するためのものであり、材料としては、酸化シリコン（ $SiO_2$ ）、窒化シリコン、酸化マグネシウム、酸化アルミニウム、酸化タンタル、酸化ジルコニウム等が用いられる。製法は、電子ビーム法、蒸着法、スパッタリング法等による。膜厚は、通常0.01～10 $\mu m$ 、好ましくは0.1～5 $\mu m$ （中でも、0.1～3 $\mu m$ が最適）とされる。保護層42はこれらの材料を用いて1層又は複数層構造で形成されるが、これらの層の他に、気泡20が収縮・消滅する際に発生するキャビテー

ション作用からヒータ部9を保護するためにTa等の金属層を表面に形成するのが望ましい。具体的には、Taなどの金属層を膜厚0.05～1 $\mu m$ 程度で形成すればよい。

【0064】電極保護層43の材料としては、例えばポリイミドイソインドロキナゾリンジオン（商品名：PIQ、日立化成社製）、ポリイミド樹脂（商品名：PYRALIN、デュボン社製）、環化ポリブタジエン（商品名：JSR-CBR、日本合成ゴム社製）、フォトニース（商品名：東レ社製）、その他の感光性ポリイミド樹脂等が用いられる。

【0065】インク19中で気泡20を発生させるエネルギー作用部としては、発熱体層14を持つヒータ部9によるジュール熱加熱法に限らず、例えば、パルスレーザ又は放電を利用したエネルギー作用方式であってもよい。

【0066】例えば、パルスレーザ方式は、特開平1-184148号公報中の第8図方式等に準じたものでよい。即ち、レーザ発振器より発生させたレーザ光を、光変調器駆動回路に入力されて電氣的に処理され出力される面情報信号に従って、光変調器においてパルス変調させる。パルス変調されたレーザ光を走査器を通し集光レンズにより熱エネルギー作用部の外壁に焦点が合うように集光させ、記録ヘッドの外壁を加熱し、内部のインク内で気泡を発生させる。或いは、熱エネルギー作用部の外壁を、レーザ光に対して透過性材料により形成し、集光レンズによって内部のインクに焦点が合うように集光させてインクを直接熱して気泡を発生させるようにしてもよい。実際のレーザ光を利用する構成としては、同公報中の第9図に準じて構成すればよい。

【0067】また、放電方式も、同公報中の第10図方式に準じたものでよい。即ち、熱エネルギー作用部の内壁側に配置させた一対の放電電極に放電装置から高電圧パルスを印加することにより、インク中で放電を生じさせ、この放電により発生する熱で瞬時に気泡を発生させるものである。放電電極の形状は、同公報中の第11図ないし第18図に例示されるような各種形状を適宜用いればよい。

【0068】ついで、スペーサ32について説明する。このスペーサ32は発熱体基板22と開口形成部材33との間に位置して、両者を平行に保ち、かつ、両者間の距離を所望値に保って液室を形成するためのものである。ここに、発熱体基板22と開口形成部材33との間の距離は、両者間に保持されるインク層の厚さを決定するものであり、重要な要素となる。図2においては、説明を簡単にするため、スペーサ32を単体として示したが、実際には、次のように形成される。即ち、発熱体基板22上にドライフィルムフォトリソをラミネートし、この発熱体基板22の外周部にのみドライフィルムフォトリソが残るような形状としたフォトマスクを

用い、露光・現像によって、所望のパターンに形成される。ドライフィルムフォトレジストとして、例えばオーディールSY325（東京応化工業社製）を利用すれば、厚さ25μmのスペーサ32を形成できる。この他、50μmの厚さのドライフィルムフォトレジストを用いれば、50μmの厚さのスペーサ32を形成できる。ドライフィルムフォトレジストは通常は50μm、25μm、20μmというような厚さで供給されるため、その厚さがそのまま所望の厚さであればそのようなドライフィルムフォトレジストを用いればよいが、所望の厚さのものがない場合には、高粘度の液状フォトレジストを用いればよい。このような液状フォトレジストとしては、例えばBMRS1000（東京応化工業社製）が用いられる。粘度1000cPのBMRS1000をスピンコーティングにより発熱体基板22上に塗布する場合、500～1000rpmの回転数で10～40μmの厚さとすることができる。即ち、ドライフィルムフォトレジストと異なり、スピナーの回転数を適宜設定することにより40μm以下の厚さにおいて任意の膜厚に形成できるものである。

【0069】また、ドライフィルムフォトレジストを用いる場合も、液状フォトレジストを用いる場合も、現像後に紫外線照射による硬化、或いは熱硬化を行うが、このような硬化作業前の未硬化ないしは半硬化の状態において、開口形成部材33を現像後のレジスト（＝スペー



【0073】ついで、同図(b)に示すように第1次熱処理により、Agの金属コロイドを発生させる現像処理を施す。そして、同図(c)に示すように第2次熱処理により金属コロイドが核になって $\text{Li}_2\text{O}-\text{SiO}_2$ 結晶を発生させる結晶化処理を施す。ここに、 $\text{Li}_2\text{O}-\text{SiO}_2$ 結晶は極めて酸に溶解しやすいので、ついで、同図(d)に示すように例えばフッ酸48によってエッチングすることで開口33を形成する。エッチング後、同図(e)に示すように全体に紫外線（波長280～350nm）を照射する再露光を施す。その後、第3次熱処理により $\text{Li}_2\text{O} \cdot \text{SiO}_2$ 結晶を発生させることにより、もはや、感光せずに、酸、熱に強い、開口34が形成された結晶化ガラス49となる同図(f)に示す結晶化処理を施し、開口形成部材33として完成させる。

【0074】また、開口形成部材33の別の製造方法として、フォトエレクトロフォーミング法を図6を参照して説明する。同図(a)は前処理工程を示し、まず、基板となる表面を研磨したステンレス基板51を基板として用意し、酸52により表面を軽くエッチングする。同図(b)はレジスト塗布工程を示し、液状フォトレジスト53をステンレス基板51表面に塗布する。塗布方法としては、図示例のように上から下へ液状フォトレジスト53を流すようにする方法の他、例えば、ディッピング法、スピンコーティング法等が適宜用いられる。同図

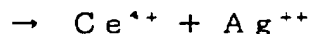
\*サ32）上に押し当て、加熱・加圧することにより、この開口形成部材33の接合を容易に行うことができる。また、このような接合時の加熱を、硬化用の加熱と同時に行うようにすることもできる。

【0070】なお、上記の説明では、スペーサ32としてフォトレジストを用いた例のみを示したが、必ずしもフォトレジストを利用するものに限られず、例えば、樹脂状のフィルムを打ち抜いたり、金属箔を打ち抜いたり、エッチング等により形成するようにしてもよい。

【0071】次に、開口形成部材33及び開口34について説明する。本実施例の開口形成部材33の製造方法の一つとして、フォトファブリケーション法が挙げられる。この方法を図5を参照して説明する。この例は、感光性ガラス46を開口形成部材33として用い、開口34を形成するようにしたものである。ここに、感光性ガラス46とは、例えば $\text{CeO}_2$ 、 $\text{Ag}_2\text{O}$ を含む $\text{SiO}_2-\text{Al}_2\text{O}_3-\text{Li}_2\text{O}$ 系ガラスであり、マスクを通して紫外線を照射し、熱処理、エッチング、再露光、再熱処理を施すことにより、自由に微細加工し得る特異なガラスである。まず、図5(a)に示すように感光性ガラス46に紫外線（波長280～350nm）をマスク47を通して照射することにより、紫外線照射された部分では、化1式に示す反応が起こる。

【0072】

【化1】



(c)は露光工程を示し、プリベーキングによりフォトレジスト53中の溶剤成分を乾燥させた後、図示のように所望のパターンを有するエマルジョンマスク54を介して光源55より紫外線を照射し露光する。同図(d)は現像工程を示し、フォトレジスト53としてネガ型を用いた場合であれば、紫外線照射を受けた部分が硬化し、紫外線照射を受けない部分は現像液により流されるので、基板51上には所望のパターンのフォトレジスト53が残ることになる。その後、ポストベーキングによりこのレジストパターンを硬化させる。同図(e)はエレクトロフォーミング工程を示す。アノード56として例えばNi板を使用し、基板51をカソード側としてメッキ液（例えば、スルファミン酸ニッケル液）57中に入れ、通電する。すると、基板51側のフォトレジスト53のパターン部分（非導電部）にはNiが析出されず、フォトレジスト53のない部分（ステンレス面であり、導電部）にのみNi58が析出される。同図(f)は後処理工程を示し、上記のように析出されたNi58を基板51から剥離することで、開口34を有する開口形成部材33が得られる。

【0075】このようなフォトエレクトロフォーミング法は、比較的精度の高い開口を得る場合に利用されるが、本実施例の開口34は、前述した特公昭61-59914号公報に記載されているような従来のヘッドとは

19

異なり、比較的大きなもの（発熱体23の作用面積より大きな開口面積とされている）であるため、これよりも精度が低く低コストな方法により形成するようにしてもよい。例えば、図7に示すようなフォトリソ法により形成するようにしてもよい。同図(a)は前処理工程を示し、両面を研磨したステンレス箔61を基板として用意し、酸62により表面を軽くエッチングする。同図(b)はレジスト塗布工程を示し、液状フォトリソレジスト63をステンレス箔61の両面に塗布する。塗布方法としては、図示例のように上から下へ液状フォトリソレジスト63を流すようにする方法の他、例えば、ディッピング法等が適宜用いられる。同図(c)は露光工程を示し、プリベークによりフォトリソレジスト63中の溶剤成分を乾燥させた後、図示のように所望のパターンを有するエマルジョンマスク64をステンレス箔61の両面から位置が合うように整合させてセットし、光源65より紫外線を照射し露光する。同図(d)は現像工程を示し、フォトリソレジスト63としてネガ型を用いた場合であれば、紫外線照射を受けた部分が硬化し、紫外線照射を受けない部分は現像液により流されるので、ステンレス箔61上には所望のパターンのフォトリソレジスト63が残ることになる。その後、ポストベークによりこのレジストパターンを硬化させる。同図(e)はエッチング工程を示す。まず、スプレノズル66から噴出するエッチング液67によって、フォトリソレジスト63で覆われていない部分（ステンレス面）は腐食される。このような腐食がステンレス箔61の両面からほぼ同時に進行し、その板厚の中心部で腐食穴が貫通し開口が形成される。同図(f)は剥離工程を示し、エッチング後のステンレス箔61を剥離液68に浸すことにより不要なフォトリソレジスト63が除去され、開口34を有する開口形成部材33が得られる。

【0076】さらに、別の開口形成部材33の製造方法を説明する。前述したように、本実施例の開口34は従来の微細なノズルとは異なり、大きめのものであるため、従来の微細ノズル製法では不可能であった工法により製造することもできる。例えば、樹脂による成形加工法を利用できる。この場合、材料としては、耐インク性に優れたポリサルフォン、ポリエーテルサルフォン、ポリフェニレンオキサイド、ポリプロピレンなどが用いられる。開口34（例えば、円形開口とする）を形成する際、開口形成部材33を成形するための金型内に円形型スライド駒を開口形成部分に配置させ、樹脂を充填させ硬化させた後、駒をスライドさせて逃がすことにより、金型内で形成される。このような成形機は市販の射出成形機を用いるが、形状を精度よく転写させるため射出圧力 $2000\text{ kg/cm}^2$ 以上の能力を有する成形機を用いるのがよい。また、プラスチックの流動性を高めるため、シリンダ温度は $400^\circ\text{C}$ 以上に加熱される。金型は図2に示したような開口形成部材33と対になる形状の

20

金型を用いる。また、転写性をよくするため、金型を材料の熱変形温度以上に加熱できるようにヒータ、熱媒体等を金型内に設けるのがよい。なお、金型の樹脂充填部を真空ポンプ等により減圧し、転写性を高めるようにしてもよい。

【0077】また、図8に示すような打抜き加工法により開口34を形成するようにしてもよい。図中、70は厚さ $50\sim100\mu\text{m}$ のステンレス箔をロール状に巻いたものであり、パンチステーション（打抜き機）71を通して開口34を形成するものである。72はバリ取り機、73は洗浄機である。このような加工法に用いるステンレス箔70（＝開口形成部材33）はその厚さが薄く（開口34の開口面積の平方根より薄いのが望ましい）、かつ、開口34の寸法も大きめであるので、このようなステンレス箔70にプレスによる打抜き加工により低コストで自動化されたラインにより製造できる。開口34間の距離Lは、隣接する発熱体23間距離と同じとされる。このように自動化されたラインにより製造された開口形成後のステンレス箔70は必要に応じてカットされて使用されるが、記録紙幅全域をカバーし得るような、いわゆるフルマルチ型の開口形成部材33を容易に形成し得るものとなる。

【0078】さらに、開口形成部材33の別の製造方法として、エキシマレーザ法を説明する。この場合、開口形成部材33の材料としては、ポリサルフォン、ポリエーテルサルフォン、ポリフェニレンオキサイド、ポリプロピレン等が用いられる。まず、予め最終形状となるような外形寸法とした上記材料等による樹脂ブレードを用意し（例えば、 $5\text{ mm}\times20\text{ mm}\times0.05\text{ mm}$ ）、最終的な開口寸法と同じ寸法の開口を有するメカニカルマスクを介してエキシマレーザ装置により紫外線を照射し、メカニカルマスクの開口部に露出している樹脂部を除去・蒸発させることにより、樹脂板に開口を形成するというものである。前述した各例では、最終的に得られる開口形成部材33が図2に示したようなプレート状のものだけであるが、このエキシマレーザ方式による場合には、樹脂部を容易に除去・蒸発させることができるので、必ずしもプレート状の樹脂に開口をあけ、これを図2に示したようにアセンブルするという方法とする必要はない。例えば、図3に示すようにアセンブリし終わった状態（開口はまだ形成されていないものとする）で、後からエキシマレーザ装置により開口形成部材33に開口34を形成することも可能である。このような方法によれば、例えば透明樹脂を用いると下部の発熱体23側を見ることができ、エキシマレーザによって形成される開口中心軸とそれに対応する発熱体23の中心軸とを精度よく合せることができる。

【0079】次に、このような各種方式により製造し得る開口形成部材33ないしは開口34の寸法、特性等について検討する。表1に開口34の大きさを変えた場合

21

の気泡36の生成状況を測定した結果を示す。ここに、発熱体23は $100\mu\text{m} \times 100\mu\text{m}$ サイズで抵抗値が $122\Omega$ のものとした。開口形成部材33は厚さ $50\mu\text{m}$ の感光性ガラスを用い、エッチング法により開口寸法を変えて試作したものとした。なお、ここで使用した感光性ガラスによる開口形成部材33は、図7に示したエッチング法において、同図(d)のエッチング処理の段階で止めて、以降の処理は行っていないものとした。従って、結晶化はされていないため、形成された開口形成部材33は無色透明であり、インク28中に発生した気泡36が観察しやすくされている。使用したインク28は、ヒューレットパッカード社製のDeskJet用インク

22

と同等の物性を持つピークル（インクから染料成分を除去した無色透明液体）とした。また、開口形成部材33は発熱体基板22上にラミネートしたドライフィルムフォトリソ（厚さ $25\mu\text{m}$ ）のフォトリソにより形成されたスペーサ32上に熱融着により接合させた。その他の条件として、発熱体23に入力させる信号パルス幅は $6\mu\text{s}$ 、連続駆動周波数は $1\text{kHz}$ とし、ストロボ照射により同期をとって、位相を変えて気泡36の挙動を観察したものである。

10 【0080】

【表1】

No.	開口径 ( $\mu\text{m}$ )	駆動電圧 (V)				備 考
		28	30	32	34	
1	30	気泡は開口形成部材の下で発生～消滅	気泡は開口形成部材の下で発生～消滅	気泡は開口形成部材の下で発生～消滅	気泡は開口形成部材の下で発生～消滅	従来のサーマルインクジェットと同じ気泡挙動
2	55	気泡は開口形成部材の下で発生～消滅	気泡は開口形成部材の下で発生～消滅	気泡は開口形成部材の下で発生～消滅	気泡は開口形成部材の下で発生～消滅	従来のサーマルインクジェットと同じ気泡挙動
3	70	気泡は開口形成部材の下で発生～消滅	気泡は開口形成部材の下で発生～消滅	気泡は開口形成部材の下で発生～消滅	気泡は開口形成部材の下で発生～消滅	従来のサーマルインクジェットと同じ気泡挙動
4	115	気泡は開口形成部材の下で発生～消滅	気泡は開口より上にせり出す	気泡はさらに大きくなり開口より上にせり出す	気泡はさらに大きくなり高さ方向に長くなる	気泡は開口より上にせり出し従来とは違った特有の挙動を示す
5	170	気泡は開口形成部材の下で発生～消滅	気泡は開口より上にせり出す	気泡はさらに大きくなり開口より上にせり出す	気泡はさらに大きくなり高さ方向に長くなる	気泡は開口より上にせり出し従来とは違った特有の挙動を示す
6	250	気泡は開口形成部材の下で発生～消滅	気泡は開口より上にせり出す	気泡はさらに大きくなり開口より上にせり出す	気泡はさらに大きくなり高さ方向に長くなる	気泡は開口より上にせり出し従来とは違った特有の挙動を示す
7	330	気泡は開口形成部材の下で発生～消滅	気泡は開口より上にせり出す	気泡はさらに大きくなり開口より上にせり出す	気泡はさらに大きくなり高さ方向に長くなる	気泡は開口より上にせり出し従来とは違った特有の挙動を示す

【0081】表2は、同様の実験を、発熱体23の大きさを変えることにより行った測定結果を示すものである。今回の発熱体23の大きさは $60\mu\text{m} \times 60\mu\text{m}$ サイズと小さめとされ、抵抗値は $70\Omega$ とされている。発熱体23に入力させる信号パルス幅は $5\mu\text{s}$ 、連続駆動

周波数は $1.3\text{kHz}$ とし、その他の条件は、全て表1の場合と同じとした。

【0082】

【表2】

No	開口径 ( $\mu\text{m}$ )	駆動電圧 (V)				備考
		2.1	2.3	2.5	2.7	
1	30	気泡は開口形成部材の下で発生～消滅	気泡は開口形成部材の下で発生～消滅	気泡は開口形成部材の下で発生～消滅	気泡は開口形成部材の下で発生～消滅	従来のサーマルインクジェットと同じ気泡挙動
2	55	気泡は開口形成部材の下で発生～消滅	気泡は開口形成部材の下で発生～消滅	気泡は開口形成部材の下で発生～消滅	気泡は開口形成部材の下で発生～消滅	従来のサーマルインクジェットと同じ気泡挙動
3	70	気泡は開口形成部材の下で発生～消滅	気泡は開口より上にせり出す	気泡はさらに大きくなり開口より上にせり出す	気泡はさらに大きくなり高さ方向に長くなる	気泡は開口より上にせり出し従来とは違った特有の挙動を示す
4	115	気泡は開口形成部材の下で発生～消滅	気泡は開口より上にせり出す	気泡はさらに大きくなり開口より上にせり出す	気泡はさらに大きくなり高さ方向に長くなる	気泡は開口より上にせり出し従来とは違った特有の挙動を示す
5	170	気泡は開口形成部材の下で発生～消滅	気泡は開口より上にせり出す	気泡はさらに大きくなり開口より上にせり出す	気泡はさらに大きくなり高さ方向に長くなる	気泡は開口より上にせり出し従来とは違った特有の挙動を示す
6	250	気泡は開口形成部材の下で発生～消滅	気泡は開口より上にせり出す	気泡はさらに大きくなり開口より上にせり出す	気泡はさらに大きくなり高さ方向に長くなる	気泡は開口より上にせり出し従来とは違った特有の挙動を示す
7	330	気泡は開口形成部材の下で発生～消滅	気泡は開口より上にせり出す	気泡はさらに大きくなり開口より上にせり出す	気泡はさらに大きくなり高さ方向に長くなる	気泡は開口より上にせり出し従来とは違った特有の挙動を示す

【0083】これらの表1, 2に示す結果によれば、開口34の径が小さい場合には従来のサーマルインクジェット方式の場合と同じく発生した気泡36が開口形成部材33下部において、発生・成長・収縮・消滅する挙動をとり、その挙動は2値的となる。つまり、駆動電圧を変化させても、一旦気泡が発生すると、その発生の仕方は、発生する／発生しない、という挙動をとるだけであり、気泡の大きさは変らないものとなる。これに対し、開口34の開口面積が発熱体23の面積より大きくなると、発生する気泡36が従来のサーマルインクジェット

方式の場合とは違った挙動を示すようになる。即ち、駆動電圧が低い時には気泡36はそれ程小さくなく、開口形成部材33の下部で発生し、消滅するが、駆動電圧を上げていくと、発生した気泡36は開口34上までせり出し、垂直方向に大きく成長する。また、駆動電圧の大小に応じて、このせり出し量、つまり、気泡36の大きさも変わる、という特有の挙動を示すものとなる。

【0084】次に、各開口34間の距離について検討する。表3は、前述したような各種製造方法により形成された開口形成部材33の開口34間の距離x (図9参

照)を変えたものを試作し、上記表1に示すような実験例の発熱体基板22上に取付け、隣接する2個の発熱体23を同時に駆動させた場合に、生成される気泡36及びその後形成される飛翔滴38の挙動を観察した結果を示す。開口形成部材33は厚さ50 $\mu$ mのものとし\*

\*れ、開口34の径は250 $\mu$ mとされ、発熱体23の駆動条件は表1に対する実験時と同じとした(ただし、2個同時駆動の点では異なる)。

【0085】

【表3】

No.	隣接開口間 距離( $\mu$ m)		ステンレス板 フォトリソ	ポリサルフォン の成形	ステンレス板 打ち抜き	ポリサルフォンへの エキシマレーザー照射
1	10	製作可否	×	×	×	×
		飛翔性能	—	—	—	—
2	15	製作可否	○	×	×	○
		飛翔性能	×	—	—	×
3	20	製作可否	○	○	○	○
		飛翔性能	×	×	×	×
4	27	製作可否	○	○	○	○
		飛翔性能	○	○	○	○
5	35	製作可否	○	○	○	○
		飛翔性能	○	○	○	○
6	50	製作可否	○	○	○	○
		飛翔性能	○	○	○	○
7	90	製作可否	○	○	○	○
		飛翔性能	○	○	○	○
8	150	製作可否	○	○	○	○
		飛翔性能	○	○	○	○
9	250	製作可否	○	○	○	○
		飛翔性能	○	○	○	○
10	500	製作可否	○	○	○	○
		飛翔性能	○	○	○	○

【0086】表3において、製作可否欄の判定「○」はほぼ良好なる開口34を形成できた場合を示し、判定「×

【0087】この表3に示す結果によれば、隣接する気泡36が互いに干渉しないようにするには、開口間距離xを開口34の径の1/10以上にすればよいことが判

30

る。もっとも、開口間距離xは大きくすればするほど隣接する気泡36が干渉しないことは当然であるが、無制限に大きくすることは、高密度印写を行わせる上では好ましくなく、大きくても開口径の10倍程度に留めるのがよい。

【0088】また、同じ開口形成方法を用い、開口形成部材33の厚さを変えた場合について表4を参照して検討する。ただし、ここでは開口径を250 $\mu$ mとした。また、発熱体23の駆動条件等は全て表1に対する実験例と同じとした。

【0089】

【表4】

40

29

30

No.	開口部近傍 厚さ(μm)		ステンレス板 フォトエッチング	ポリサルフォン の成形	ステンレス板 打ち抜き	ポリサルフォンへの エキシマレーザ照射
1	20	製作可否	○	×	×	○
		飛翔性能	○	—	—	○
2	30	製作可否	○	×	○	○
		飛翔性能	○	—	○	○
3	50	製作可否	○	○	○	○
		飛翔性能	○	○	○	○
4	70	製作可否	○	○	○	○
		飛翔性能	○	○	○	○
5	100	製作可否	○	○	○	○
		飛翔性能	○	○	○	○
6	150	製作可否	○	○	○	○
		飛翔性能	△	△	△	△
7	220	製作可否	○	○	○	○
		飛翔性能	△	△	△	△
8	300	製作可否	○	○	○	○
		飛翔性能	—	×	×	—

【0090】表4において、製作可否欄の判定「○」はほぼ良好なる開口34を形成できた場合を示し、判定「×」は良好なる開口を形成できなかった場合を示す。また、飛翔性能欄の判定「○」は飛翔速度として6m/秒以上の高速性が得られた場合を示し、判定「△」は3～5m/秒程度の比較的遅い飛翔速度となった場合を示し、「判定「×」は飛翔しなかった場合を示す。表4に示す結果によれば、開口34付近の開口形成部材33の厚さはある程度厚くても開口34を形成し得るものの、飛翔性能を考慮すると、開口34の開口面積の平方根より薄い厚さとすることが、良好なる飛翔を行わせるために必要といえる。より好ましくは、開口34付近の板厚を開口面積の平方根の半分以下程度とするのがよい。

【0091】次に、インク28の組成等について説明する。本実施例で使用されるインク28は、所定の熱物性値及びその他の物性値を有するように、材料の選択と組成成分の比が調整されること、従来から使用されているインクと同様に化学的・物理的に安定であること、応答性、忠実性、曳糸化能に優れていること、液路において固まらないこと、液路中を記録速度に応じた速度で流通し得ること、記録後に被記録体への定着が速やかであること、記録濃度が十分であること、貯蔵寿命が良好であること、等の特性を満足し得るように物性が調整される。具体的には、上記特開平1-184148号公報の明細書第34頁ないし第49頁に例示されるような特性のインクを、本発明でも使用すればよい。

【0092】つづいて、実際に印写記録を行った場合の条件ないしは飛翔実験結果を具体的実験例として説明する。

【0093】まず、具体例1では、条件は、

発熱体23のサイズ : 100μm×100μm 50

開口34の径 : φ250μm  
開口形成部材33の板厚 : 70μm  
基板22・部材33間距離 : 25μm (ドライフィルムフォトリソ製のスパーサ32による)  
発熱体23、開口34の密度 : 2.5個/mm  
発熱体23、開口34の数 : 64個  
発熱体23の抵抗値 : 120Ω  
駆動電圧 : 30V  
パルス幅 : 6μ秒  
連続駆動周波数 : 1.8kHz  
使用インク : ヒューレットパッカード社製DeskJet用インクとした。

【0094】上記条件で印写記録実験を行ったところ、良好なる記録画像が得られたものである。記録された画素の平均径は、被記録体としてマットコート紙NM(三菱製紙社製)上で、平均値が225μmとなったものである(n=10の平均値)。また、1.8kHz連続駆動時のインク飛翔速度は14.4m/秒と高速性が確保されたものである。

【0095】次に、具体例2では、条件は、

発熱体23のサイズ : 60μm×60μm  
開口34の径 : φ150μm  
開口形成部材33の板厚 : 42μm  
基板22・部材33間距離 : 20μm (ドライフィルムフォトリソ製のスパーサ32による)  
発熱体23、開口34の密度 : 4個/mm  
発熱体23、開口34の数 : 64個  
発熱体23の抵抗値 : 71Ω  
駆動電圧 : 23V  
パルス幅 : 5μ秒  
連続駆動周波数 : 3.2kHz



使用インク : ヒューレットパッカード  
社製DeskJet 用インク  
とした。

【0096】上記条件で印写記録実験を行ったところ、良好なる記録画像が得られたものである。記録された画素の平均径は、被記録体としてマットコート紙NM（三菱製紙社製）上で、平均値が $160\mu\text{m}$ となったものである（ $n=10$ の平均値）。また、 $3.2\text{kHz}$ 連続駆動時のインク飛翔速度は $15.6\text{m/秒}$ と高速性が確保されたものである。

\*10 【表5】

\*【0097】また、具体例3では、具体例1と同じヘッドを用い、その駆動電圧、或いはパルス幅、或いはパルス数を変えて印写記録実験を行ったものであり、結果を表5に示す。ただし、最大気泡時の開口外側面からの気泡36の高さ $h$ は図11に示すようなものとした。また、サンプルNo12～17に示す複数パルス駆動については、 $1\mu\text{秒}$ の間隔をおいて次のパルスを入力させるものとした。

【0098】

No.	駆動電圧 $V_d(\text{V})$	駆動パルス幅 $P_w(\mu\text{s})$	パルス数	最大気泡時の開口外側面 からの気泡高さ $h(\mu\text{m})$	画素径D ( $\mu\text{m}$ )
1	28	6	1	0	170
2	29	6	1	60	206
3	30	6	1	100	225
4	31	6	1	150	241
5	32	6	1	275	270
6	33	6	1	360	315
7	34	6	1	420	366
8	30	5	1	0	168
9	30	6	1	100	226
10	30	7	1	300	294
11	30	8	1	430	375
12	30	3	2	110	240
13	30	3	3	435	378
14	30	2	2	0	170
15	30	2	3	110	230
16	30	2	4	440	380
17	30	2	5	450	386

【0099】表5に示す結果によれば、駆動エネルギーを変化させることにより気泡36の大きさが変化し、開口34の外側に高くせり出した状態となり、これに応じて画素径も変化することが判る。

【0100】ところで、表5中に示したサンプルNo1, 2間の条件を詳細に検討してみる。つまり、駆動電

40 圧を $28\text{V}$ と $29\text{V}$ との間で $0.2\text{V}$ おきに変化させて、測定したところ、表6に示すような結果が得られたものである。

【0101】

【表6】

33

34

駆動電圧 (V)	気泡高さh ( $\mu\text{m}$ )	飛翔速度 $v_j(\text{m/s})$	画素径D ( $\mu\text{m}$ )
28.0	0	2.9	170
28.2	10	3.2	171
28.4	20	4.5	176
28.6	24	4.9	180
28.8	42	7.7	195
29.0	60	10.1	206

【0102】つまり、気泡36の高さhが基板22・部材33間距離（ここでは、 $25\mu\text{m}$ ）よりも低いと飛翔速度が遅く、やや不安定な飛翔となることが判る。

【0103】つづいて、本発明の第二の実施例を図12ないし図14により説明する。本実施例は、発熱体23を取り囲むように配置される圧力分散阻止部材81を設けたものである。この圧力分散阻止部材81は発熱体23により発生する気泡36の圧力が発熱体23表面に平行な方向に逃げるのを阻止し、発熱体23表面に垂直な方向に気泡36を効率よく成長させるためのものである。このような圧力分散阻止部材81はスペーサ32と同様に、例えばドライフィルムフォトリソ、或いは液状フォトリソを用いたフォトリソグラフィ法により形成できる。

【0104】このような圧力分散阻止部材81は図13に示すように各発熱体23の周囲を取り囲むような密閉系とした場合、図14に示すようにスペーサ32の高さより低く形成され、圧力分散阻止部材81の開放上部から発熱体23上にインク28が導入されるように構成される。

【0105】図15は変形例として、非密閉系の圧力分散阻止部材82を発熱体23の周りに配設させたものである。この場合、1つの発熱体23に対する圧力分散阻止部材82自身に導入通路83を有するため、その高さは図16に示すようにスペーサ32と同一とされ、導入通路83により発熱体23に対するインク28の供給が確保されている。よって、スペーサ32と同時に形成することもできる。

【0106】このような圧力分散阻止部材81又は82を用いた場合の実験例について説明する。具体例1で利用したヘッドと同様の発熱体基板22を用い、ドライフィルムフォトリソでスペーサ32を形成する際に、同時に、図15に示すような圧力分散阻止部材82をフォトリソグラフィ法により形成した、圧力分散阻止部材82は発熱体23の各辺にほぼ近接した状態で形成され、そのサイズは $70\mu\text{m} \times 50\mu\text{m}$ で高さ（高さ）は $25\mu\text{m}$ とした。この他は具体例1と同じとし、同一の条件で駆動させたところ、良好なる記録画像が得られたものである。画素の平均径は $256\mu\text{m}$ であった。ま

た、 $1.8\text{kHz}$ 連続駆動時のインク飛翔速度は $17.8\text{m/秒}$ と非常に高速性が得られたものである。つまり、圧力分散阻止部材82の作用により、発生した気泡36の圧力が効率よくインク28に伝わることを実証されたものである。

【0107】つづいて、本発明の第三の実施例を図17により説明する。発熱体基板22は半導体ウエハプロセスを利用して微細なパターンを形成することにより、発熱体23の配列密度を例えば1列で16個/mm以上とすることは可能である。しかし、本発明方式にあっては、各発熱体23に対応する開口34が大きいため、被記録体上での最終画像の配列密度（例えば、 $40\text{dpi} = 16\text{ドット/mm}$ ）で、ヘッド側の開口34等を1列に配列させることは困難である。そこで、本実施例では、高密度画像を得るため、発熱体23及び開口34の配列を、図17に示すように2列以上の千鳥配列とし、これらの複数列の組合せにより最終画像の配列密度が得られるようにしたものである。

【0108】さらに、本発明の第四の実施例を図18ないし図21により説明する。本実施例は、開口34近傍の構造の工夫により、図10に示したような同時駆動時の隣接する気泡36の接触による悪影響を解消するようにしたものである。即ち、前述したように開口34から気泡36をせり出すような形でインク飛翔させて記録する場合、隣接する開口34から同時にインク28を飛翔させると、開口形成部材33の外側にせり出した隣接するバルーン状の気泡36同志が接触し、互いに干渉して飛翔滴38が直進せず飛翔方向が乱れてしまうことがある。そこで、本実施例では、図18及び図19に示すように開口形成部材33の表面（被記録体側の面）において各開口34周りに開口34よりも広い面積の円形状の凹部91を形成し、開口34間が開口形成部材33表面側にて段差92を持つようにしたものである。

【0109】このような凹部91を有する開口34構造によれば、図20に示すように、隣接する開口34から同時にインク28を飛翔させようとする場合であっても、開口形成部材33の外側にせり出したバルーン状の気泡36は凹部91による段差92によって横方向に広がらず、隣接する気泡36同志の接触が避けられること

になり、互いに干渉せずに飛翔させ得るものとなる。

【0110】本実施例のような開口形成部材33であっても、前述した図7の場合と同様にフォトリソグラフィにより製造し得る。即ち、本実施例のものは凹部91を有するため、図7(a)に示す工程前に基板61の片側にフォトリソグラフィ・エッチング処理により凹部91を形成しておくとか、或いは、図(f)に示す最終工程後に再度フォトリソグラフィ・エッチング処理を行ない、開口34より大きめの凹部91を形成すればよい。

【0111】また、このような方法に限らず、例えば図6に示したようなフォトリソグラフィ・エッチング法により凹部91を有する開口形成部材33を製造するようにしてもよい。これを図21により説明する。図21(a)(b)は図6(e)に示すフォトリソグラフィ・エッチング工程、図6(f)に示す後処理工程(剥離工程)における開口4付近を拡大して示すものである。フォトリソグラフィ・エッチング工程を続けると基板51上に析出されたN158は図21(a)に示すようにフォトレジスト53上にせり出してくる。よって、最終的に析出されたN158(開口形成部材33)を基板51から剥離すると、図21(b)に示すようにフォトレジスト53が残存して部分が凹部91となる。このような凹部91の深さはフォトレジスト53の厚さにより精度よく決定できる。

【0112】次に、本発明の第五の実施例を図22により説明する。前記実施例では開口34の外側に凹部91を形成して隣接する開口34間に段差92を持たせることにより、隣接するバルーン状の気泡36が物理的に接触しないようにしたが、本実施例ではインク28の濡れ性を利用して隣接するバルーン状の気泡36が物理化学的に接触しないようにしたものである。

【0113】即ち、図22に示すように開口形成部材33表面(被記録体側の面)において各開口34周りは開口34より広い面積にて下地がそのまま露出する非処理領域93とするが、非処理領域93の周りについてはインク28に対して濡れにくい材料をコーティング処理した領域94としたものである。領域94のコーティング処理は、使用するインク28が、水性インクの場合には非親水性処理とされ、油性インクの場合には非親油性処理とされる。

【0114】このような構成によれば、隣接する開口34間において領域94上ではインク28が濡れにくくて存在しにくくなるため、同時に駆動されたバルーン状の気泡36であっても接触しにくくなり、各々独立して成長～消滅の工程を経ることになり、互いに干渉せず安定したインク飛翔特性が得られる。

【0115】ここに、領域94の具体的処理について説明する。例えば、非親水性処理の場合であれば、シリコーン樹脂をトルエンに溶解させたものをコーティングし、非親油性処理の場合であればアラビアゴムをリン酸水溶液に溶解させたものをコーティングすればよい。コ

ーティング方法としては、開口34及びその近傍の領域93部分をマスキングしておき、上記の溶液中にディッピングするとか、或いは、このような溶液をスプレーコートすればよい。この他、テフロン分散液をコーティングしても著しい効果が得られる。

【0116】また、本発明の第六の実施例を図23及び図24により説明する。本実施例は、開口形成部材33の表面において各開口34の周囲にこの開口34よりも広い面積の凹部領域95を形成するためのドーナツ状の凸部96を形成したものである。また、本実施例では前述した第四の実施例と同様に開口34周りに凹部91も形成されている例を示す。

【0117】本実施例の凸部96は凹部91と同様にフォトリソグラフィ・エッチング法により形成できる。図24によりその製法を説明する。まず、同図(a)に示すように表面が研磨されたステンレス製の基板97を用意し、この基板97表面にディッピング法又はスピンコート法により同図(b)に示すようにフォトレジスト98の膜を形成する。ついで、同図(c)に示すような所定の開口パターン、例えばドーナツ状開口パターンを有するフォトリソマスク99を用いて紫外線照射による露光を行ない、同図(d)に示すようにこれを現像してフォトレジスト膜98中に開口100を形成する。ついで、このような開口100を通して基板97をエッチングすることにより同図(e)に示すように基板51の露出部分を腐食・除去させる。この後、不要となったフォトレジスト膜98を除去することにより、同図(f)に示すように基板97にはドーナツ状の凹部101が形成される。

【0118】このようにして得られた図24(f)のような基板97を基板51に代えて用い、図6、図21で説明したようなフォトリソ～N1析出工程を順次行なうことにより、凹部101が型となって凸部96が形成されるものとなり、凸部96及び凹部91を開口34周りに有する開口形成部材33が得られる。この際、凸部96の高さは凹部101の深さに相当し、高精度に形成し得る。

【0119】このような構成によれば、各開口34間においては凸部96が段差を形成するものとなり、開口34の外側にせり出した気泡36が凸部96によって横方向に広がりにくいものとなり、同時駆動時であっても隣接するバルーン状の気泡36は接触しにくく、互いに干渉しないものとなり、良好なる飛翔特性が確保される。

【0120】なお、第四の実施例又は第六の実施例のように開口34周りに凹部91や凸部96を形成した構造において、凹部34より外側の領域や凸部96より外側の領域に、第五の実施例の領域94の場合と同様に、非親水性処理又は非親油性処理を施し、隣接開口34間での気泡36の干渉をより確実に防止するようにしてもよい。

【0121】次に、これらの第四ないし第六の実施例に

準じた構成により、実際に印写記録を行った場合の条件ないしは飛翔実験結果を具体的実験例として説明する。

【0122】まず、具体例4では、

条件は、

発熱体23のサイズ :  $100\mu\text{m} \times 100\mu\text{m}$

発熱体23の抵抗値 :  $122\Omega$

駆動電圧 :  $30\text{V}$

駆動パルス幅 :  $7\mu\text{s}$

駆動周波数 :  $2.1\text{kHz}$

使用インク : ヒューレットパッカード社製 D 10

eskJet 用インク

とした。

【0123】上記条件で、開口形成部材33として図2

0で説明したようなエレクトロフォーミング法により凹\*

\*部91を形成したものを用い、隣接する2つの発熱体23を同時に駆動させて印写記録実験を行い、インク飛翔の安定性を調べたところ、表7に示すような結果が得られたものである。ただし、開口34の径は $\phi 240\mu\text{m}$ 、開口形成部材33の厚さは $70\mu\text{m}$ 、凹部91の径は $\phi 380\mu\text{m}$ とした。また、表7では凹部91をないものを含め、凹部91の深さを種々変えて測定した結果を示す。表中、「×」はバルーン状の気泡36が開口34付近で接触してジェット流が不安定となった結果を示し、「○」は接触が生ぜずジェット流が安定した結果を示す。

【0124】

【表7】

No.	凹部深さ ( $\mu\text{m}$ )	隣接気泡の接触	飛翔インクの安定性
1	0 (凹部なし)	あり	×
2	0.1	あり	×
3	0.2	あり	×
4	0.3	なし	○
5	0.4	なし	○
6	0.5	なし	○
7	1.0	なし	○

【0125】次に、具体例5では、条件を具体例4と同じとし、開口形成部材33についてフォトエレクトロフォーミング法により凸部96を形成したものを用いるものとした。ドーナツ状の凸部96は内径 $\phi 370\mu\text{m}$ 、外径 $\phi 375\mu\text{m}$ とされている。このような凸部96を形成するための凹部101の深さを種々変えて高さの異※

※なる凸部96を有する種々の開口形成部材33のサンプルを得て、各々ヘッドを作成して飛翔インクの安定性を調べた結果を表8に示す。表中の評価「×」「○」は表7の場合と同様である。

【0126】

【表8】







No.	凹部深さ ( $\mu\text{m}$ )	隣接気泡の接触	飛翔インクの安定性
1	0.1	あり	×
2	0.2	あり	×
3	0.3	なし	○
4	0.4	なし	○
5	0.5	なし	○
6	1.0	なし	○

【0127】さらに、具体例6では、条件を具体例4、5と同じとする。まず、開口形成部材33について深さ $0.2\mu\text{m}$ とした凹部91が形成され、この凹部91の周りについてはテフロンコート処理したものを用意した。また、開口形成部材33について高さ $0.2\mu\text{m}$ とした凸部96が形成され、この凸部96の周りについてはテフロンコート処理したものも用意した。さらには、凹部91、凸部96の何れも有せず、 $\phi 240\mu\text{m}$ の開口34の周りに径が $350\mu\text{m}$ の同心円状の領域93を

残して他の領域94にテフロンコート処理した開口形成部材33も用意した。これらの3つのサンプルと、凹部91、凸部96及びテフロンコート処理のないサンプルを用いて、飛翔インクの安定性を調べた結果を表9に示す。表中の評価「×」「○」は表7の場合と同様である。

【0128】

【表9】

No.	開口形成部材	隣接気泡の接触	飛翔インクの安定性
1	 部、  部、 テフロンコートなし	あり	×
2	 部、  部なし、 テフロンコートあり	ほとんどなし	○
3	 部あり、テフロンコートあり	なし	○
4	 部あり、テフロンコートあり	なし	○

【0129】これらの具体例4～6の結果によれば、開口34周りについて凹部91又は凸部96を設けたものについては、その深さ又は高さを0.3μm以上とすれば、同時駆動において隣接するバルーン状の気泡36が互いに接触せず、安定したインク飛翔特性が得られることが判る。また、このような凹部91や凸部96を設けない場合であっても、開口34の周囲についてテフロンコートのような非親水性処理（又は、非親油性処理）を施すことにより、同様に、同時駆動において隣接するバルーン状の気泡36が互いに接触せず、安定したインク飛翔特性が得られることが判る。さらに、凹部91や凸部96の深さ、高さが0.3μmよりも小さくても（ここでは、0.2μm以上）、その周囲に対してテフロンコートのような非親水性処理（又は、非親油性処理）を併用することにより、同様に、同時駆動において隣接するバルーン状の気泡36が互いに接触せず、安定したインク飛翔特性が得られることが判る。

#### 【0130】

【発明の効果】本発明は、上述したように構成したので、請求項1記載の発明又は請求項15記載の発明によれば、エネルギー作用部を駆動させると、記録液体中に気泡が発生し、成長する際に、気泡の成長方向に位置する開口の開口面積がエネルギー作用部の作用面積よりも大きいので、気泡は開口外部にせり出すように成長し得るものとなり、エネルギー作用部に加える入力エネルギーに応じて自由にその大きさを可変させることができ、よって、この気泡に伴い生成されるインク滴、従って最終的に飛翔するインク滴の質量もアナログ的に可変させることができ、階調性を持たせた記録が可能となり、同時に、大きめの開口によるため、目詰りの問題も殆どなくすることができ、かつ、製造上も各種の方法を任意に取れるものとなる。

【0131】より具体的に、請求項2記載の発明のように、エネルギー作用部に画像情報に応じた駆動信号を与える信号入力手段を設けた構成とし、請求項17記載の発明のように、駆動信号のエネルギーレベルを可変させて発生する気泡の大きさを変化させるようにすれば、容易に階調記録を行わせることができる。

【0132】また、請求項3記載の発明のように、エネルギー作用部の近傍に位置して記録液体面と略平行な方向への圧力の分散を阻止するための圧力分散阻止部材を

10 設けた構成とすることにより、気泡の成長方向を安定させて、液滴の飛翔特性も安定させた良好なる記録画像を得ることができる。

【0133】より具体的に、圧力分散阻止部材を、請求項4記載の発明のように、1つのエネルギー作用部の外周を取り囲むように密閉系として開口形成部材に接しない高さに形成すれば簡単な形状で済み、請求項5記載の発明のように、記録液体をエネルギー作用部に導入させる連通領域を有する非密閉系として開口形成部材に接する高さに形成すれば、保持手段と同時に形成することができるものとなる。

20 【0134】また、請求項6記載の発明によれば、エネルギー作用部と開口との対による飛翔部を複数個形成して千鳥配列させ、請求項19記載の発明では、エネルギー作用部と開口との対による飛翔部を複数個形成して2列以上に千鳥配列させ、2列以上のエネルギー作用部の駆動により飛翔する記録液体により被記録体上の最終画素密度を規制するようにしたので、開口が大きめであっても最終画素密度の高密度化を確保できるものとなる。

30 【0135】また、請求項7記載の発明のように、エネルギー作用部から開口までの距離を、発生した気泡が最大となって開口外側にせり出す時の開口面位置からの気泡高さよりも短く設定したり、請求項8記載の発明のように、開口形成部材に開口間の長さを開口寸法の1/10より大きくして複数個の開口を形成したり、請求項9記載の発明では、開口形成部材の開口部近傍の厚さを開口面積の平方根より薄くしたりすることにより、動作が安定したものとなり、飛翔特性等が向上するものとなる。

40 【0136】さらには、請求項10記載の発明のように、開口形成部材の被記録体側の面の開口周りにこの開口より広い面積の凹部を形成したり、請求項12記載の発明のように、開口形成部材の被記録体側の表面に開口周りの部分を残して非親水処理又は非親油処理した領域を設けたり、請求項13記載の発明のように、開口形成部材の被記録体側の面の開口周りにこの開口より広い面積の凹部領域を形成する凸部を形成することにより、隣接するエネルギー作用部を同時駆動させた場合であっても、開口からせり出す隣接するバルーン状の気泡同志が接触しにくいものとなって、隣接間の干渉を防止でき、50 インク飛翔特性を安定させることができる。

41

42

## 【図面の簡単な説明】

- 【図1】本発明の第一の実施例を示す飛翔原理を順に示す工程断面図である。
- 【図2】ヘッドの分解斜視図である。
- 【図3】ヘッドの斜視図である。
- 【図4】発熱体基板構成を示す断面図である。
- 【図5】開口形成部材のフォトファブリケーション製法の工程の一例を示す工程断面図である。
- 【図6】開口形成部材のフォトエレクトロフォーミング製法の工程を順に示す説明図である。
- 【図7】開口形成部材のフォトエッチング製法の工程を順に示す説明図である。
- 【図8】開口形成部材の打抜き加工法を示す斜視図である。
- 【図9】開口形成部材の平面図である。
- 【図10】開口間距離について説明するための断面図である。
- 【図11】気泡高さ $h$ を示す断面図である。
- 【図12】本発明の第二の実施例を示す斜視図である。
- 【図13】ヘッドの分解斜視図である。
- 【図14】断面図である。
- 【図15】変形例を示す斜視図である。
- 【図16】断面図である。
- 【図17】本発明の第三の実施例を示す平面図である。
- 【図18】本発明の第四の実施例を示す開口形成部材の斜視図である。
- 【図19】その一部の断面図である。
- 【図20】気泡成長動作を示す断面図である。

【図21】開口形成部材の製法工程の一部を示す断面図である。

【図22】本発明の第五の実施例を示す開口形成部材の平面図である。

【図23】本発明の第六の実施例を示す一部切欠した斜視図である。

【図24】凸部を形成するための凹部形成工程を示す断面図である。

【図25】従来のインク飛翔原理を示す工程断面図である。

【図26】そのヘッド構造を示す斜視図である。

【図27】別のヘッド構造を示す斜視図である。

【図28】その飛翔原理を示す工程断面図である。

【図29】気泡発生状況を示す説明図である。

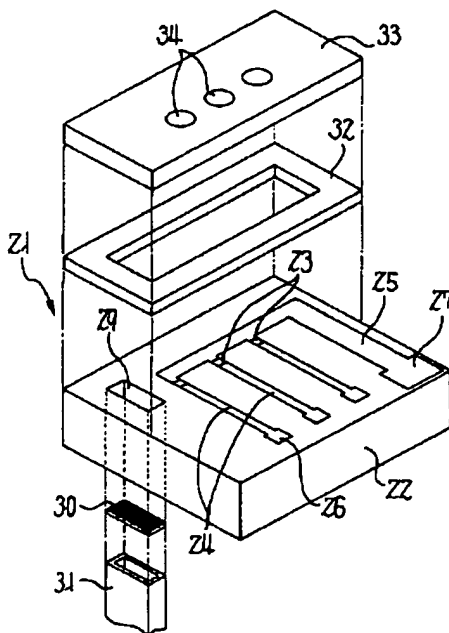
【図30】熱変換体構成例を示す断面図である。

【図31】別の熱変換体構成例を示す平面図である。

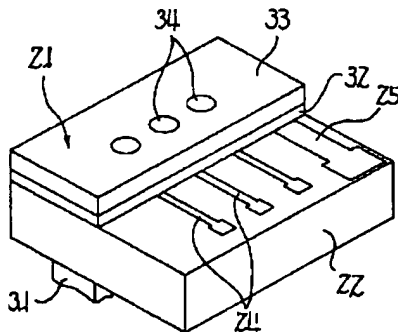
## 【符号の説明】

- 23 エネルギー作用部  
29 記録液体導入手段  
28 記録液体  
32 保持手段  
33 開口形成部材  
34 開口  
81, 82 圧力分散阻止部材  
91 凹部  
93, 94 領域  
95 凹部領域  
96 凸部

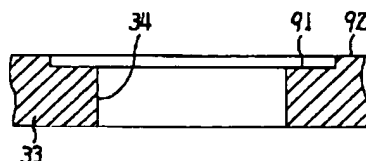
【図2】



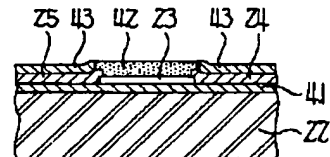
【図3】



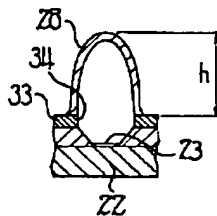
【図19】



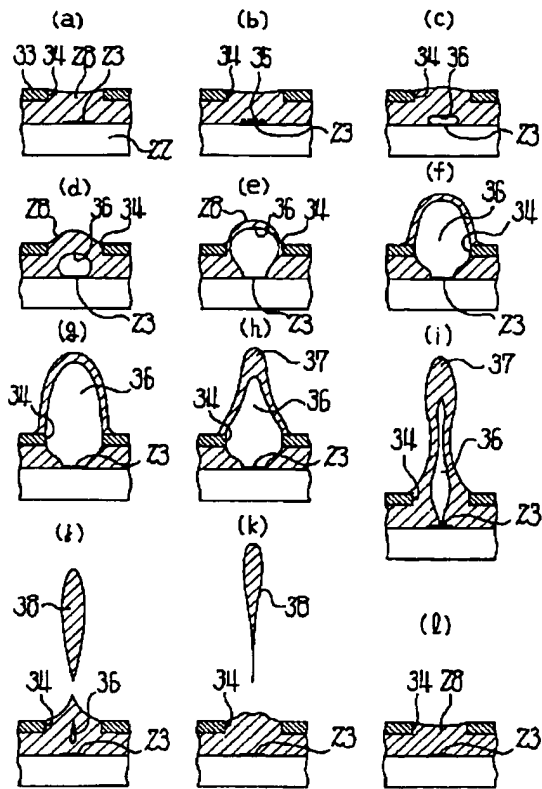
【図4】



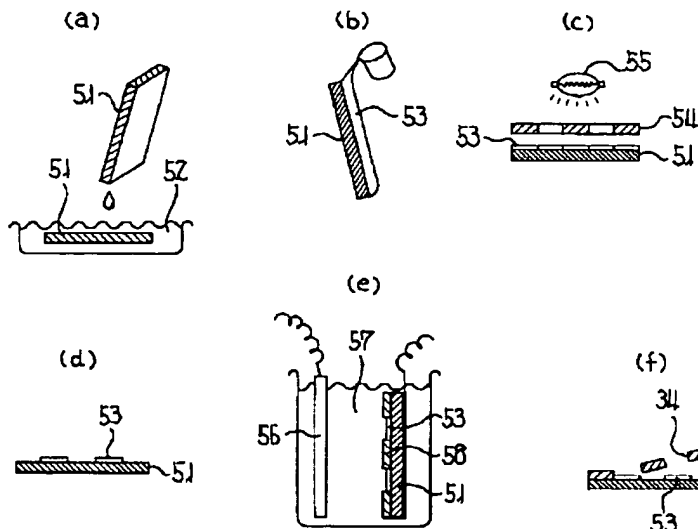
【図11】



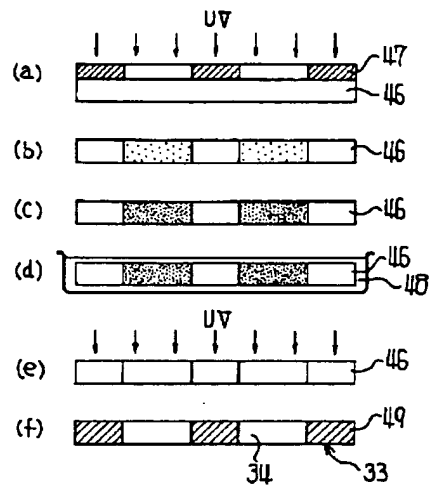
【図1】



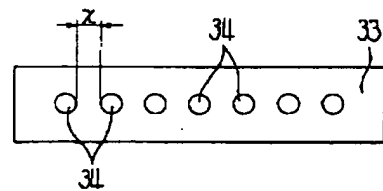
【図6】



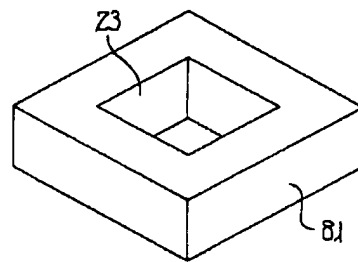
【図5】



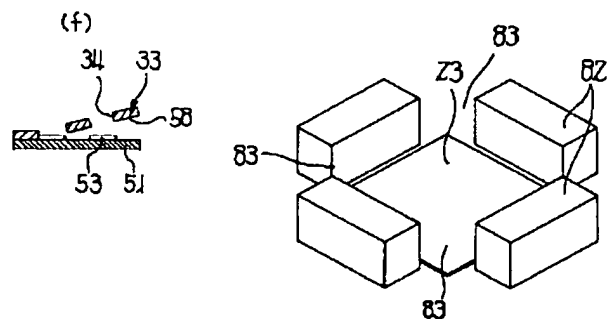
【図9】



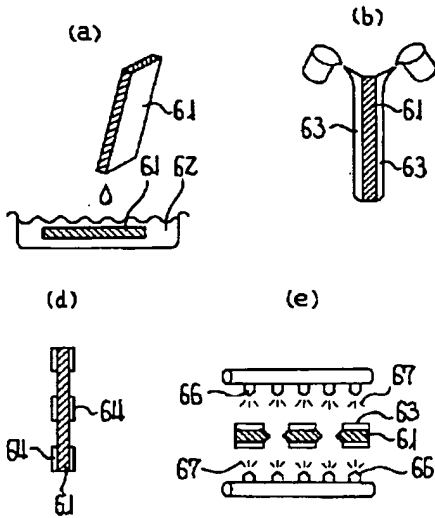
【図12】



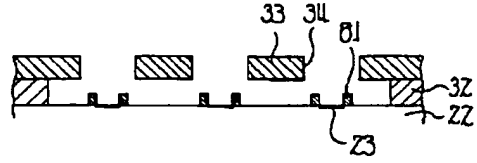
【図15】



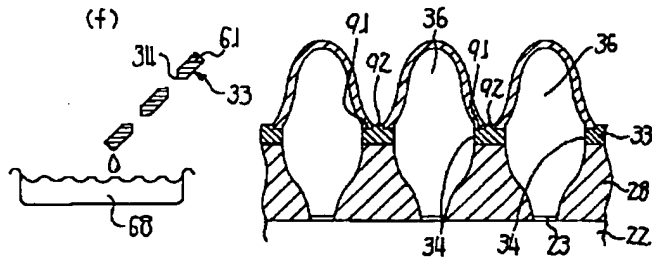
【図7】



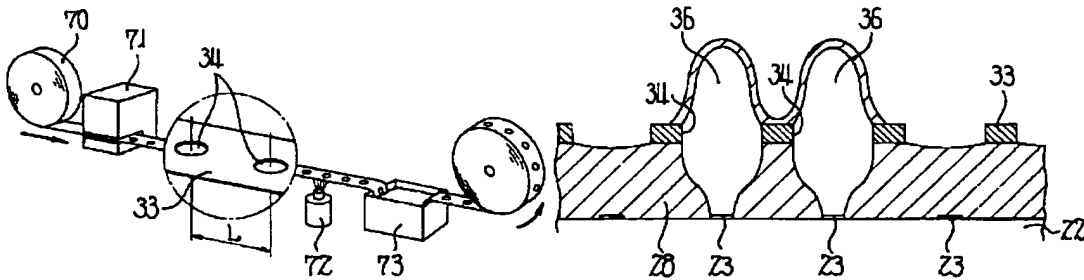
【図14】



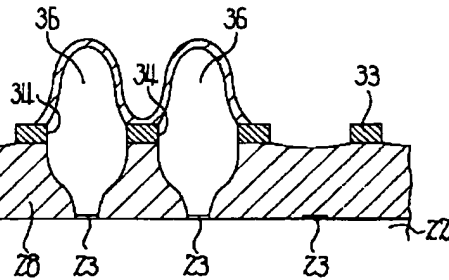
【図20】



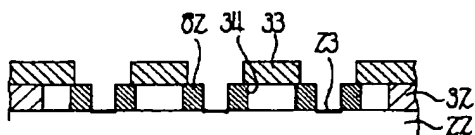
【図8】



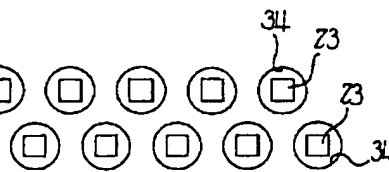
【図10】



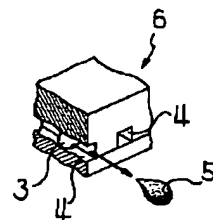
【図16】



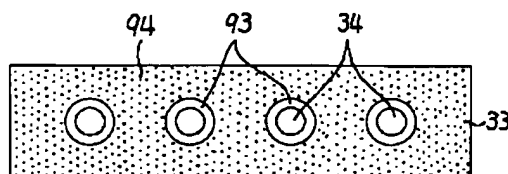
【図17】



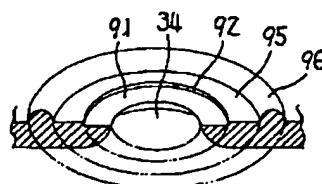
【図26】



【図22】

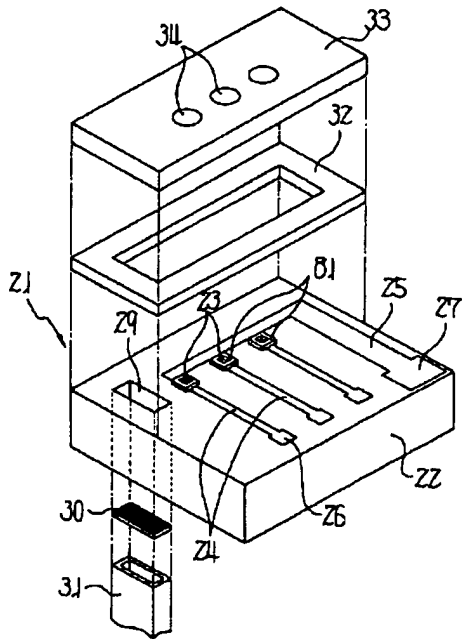


【図23】

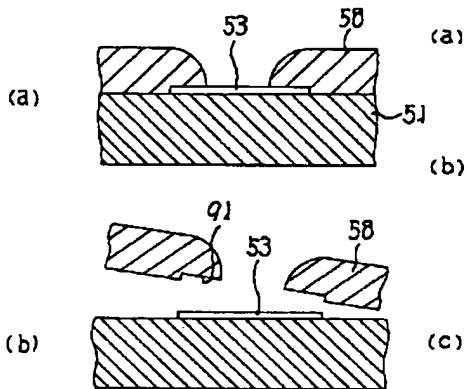




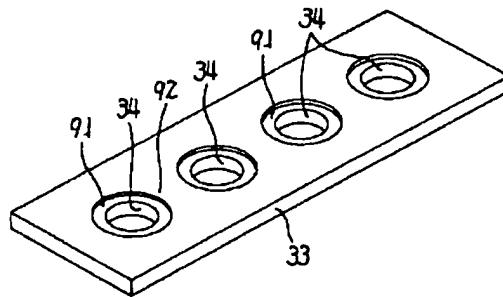
【図13】



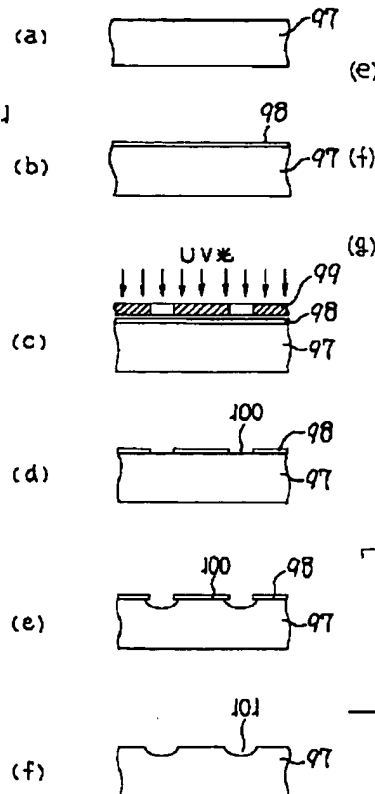
【図21】



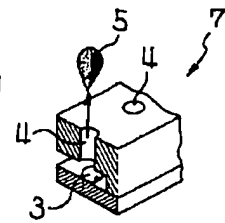
【図18】



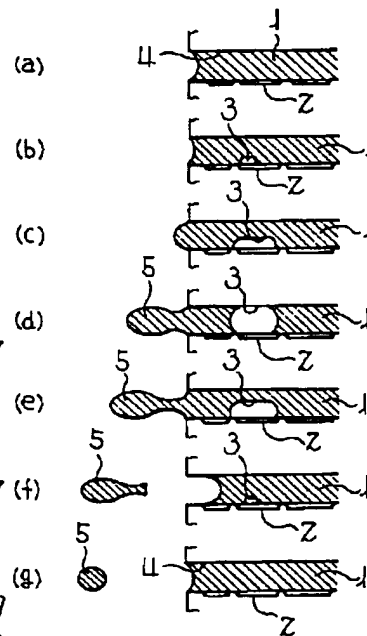
【図24】



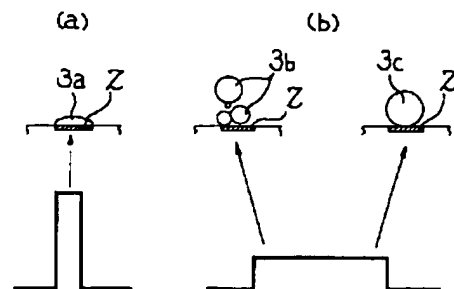
【図27】



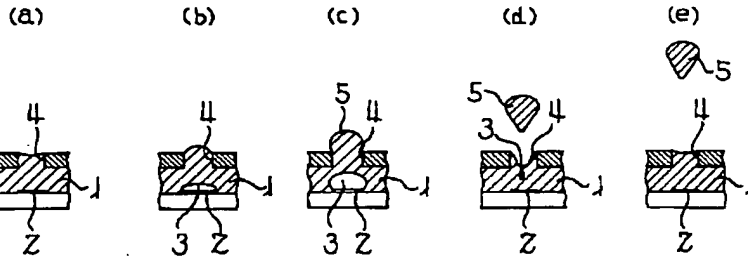
【図25】



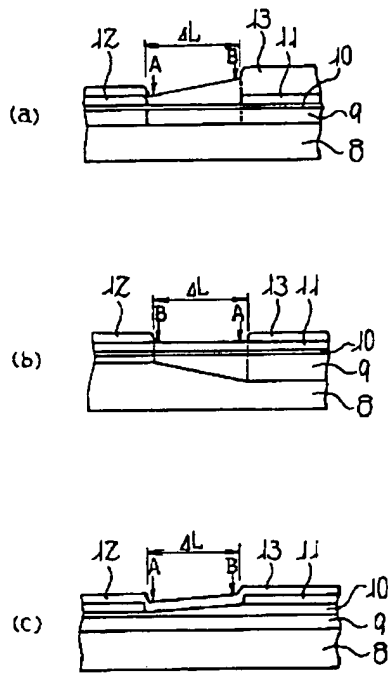
【図29】



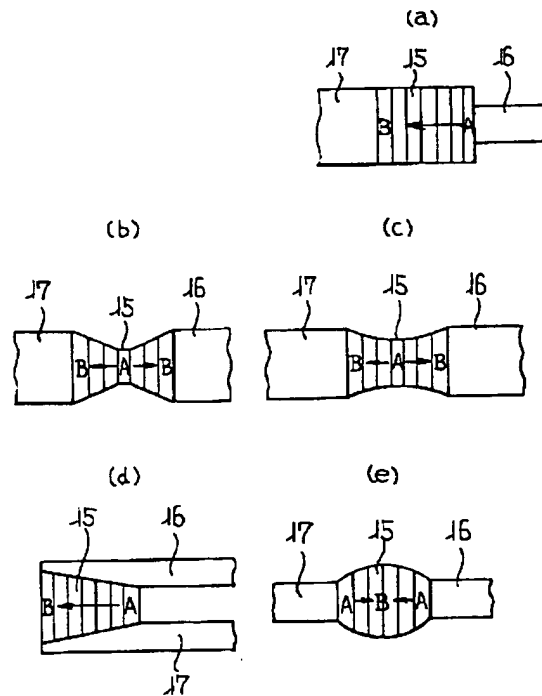
【図28】



【図30】



【図31】



## フロントページの続き

(72)発明者 小夫 真  
東京都大田区中馬込1丁目3番6号 株式  
会社リコー内  
(72)発明者 梅沢 道夫  
東京都大田区中馬込1丁目3番6号 株式  
会社リコー内  
(72)発明者 廣田 哲郎  
東京都大田区中馬込1丁目3番6号 株式  
会社リコー内

(72)発明者 広瀬 武貞  
東京都大田区中馬込1丁目3番6号 株式  
会社リコー内  
(72)発明者 大槻 英樹  
東京都大田区中馬込1丁目3番6号 株式  
会社リコー内  
(72)発明者 武末 敏洋  
東京都大田区中馬込1丁目3番6号 株式  
会社リコー内